تصوير ابو عبدالرحمن الكردي

مدارهای الکتریکی

وطرز کار آنها

نویسندگان

او. کراسکه ، ها. ناگل

مترجم

ویگن سام کیان

مدارهای الکتریکی

وطرز کار آنها

نویسندگان

او. کراسکه ، ها. ناگل

مترجم

ویگن سام کیان

* مدارهای الکتریکی و طرز کار آنها
* نویسندگان، او کراسکه، ها. ناگل
* مترجم، ویگن سام کیان
* تیراژ، ۳۰۰۰ نسخه
* بهار ۱۳۶۲
* ناشر، انتشارات هنر تلفن ۶۶۸۱۶۹
* چاپ پیکان
* حق چاپ محفوظ و مخصوص ناشر

فهرست

۲ـ مدارهای روشنائی

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی

۴ـ دستگاه‌های تلفن و علائم

۵ـ ترانسفورموتور (مبدل) ها

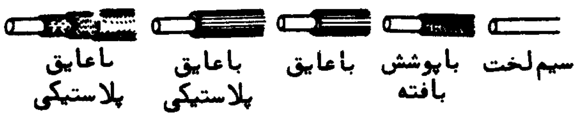
۶ـ یکسوکننده‌ها

۷ـ ماشین‌های جریان مستقیم

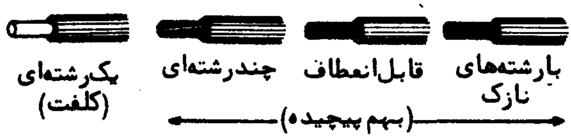
۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۱۰۱ ـ کابل‌ها برای سیم کشی داخلی

قسمت‌های سیم

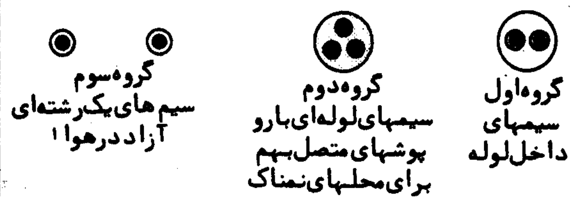
الف ـ از نظر عایق



ب ـ از نظر تعداد رشته‌ها

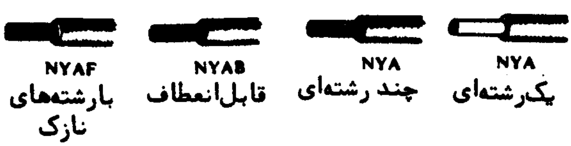


ج ـ از نظر محل قرار گرفتن



سیم‌های سیم‌کشی داخلی

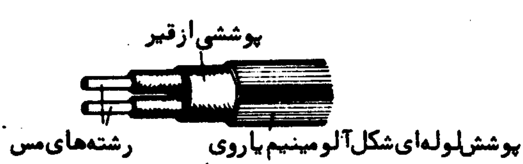
الف ـ عایق پلاستیکی استاندارد



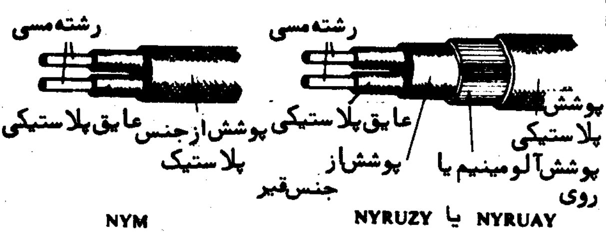
ب ـ سیم‌ها ، با روپوشهای متصل به‌هم



ج ـ سیم‌های لوله‌ای



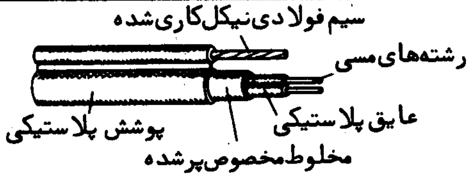
د ـ سیم‌های ضد آب و رطوبت



۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۱۰۱ ـ سیم‌های برای سیم کشی داخلی

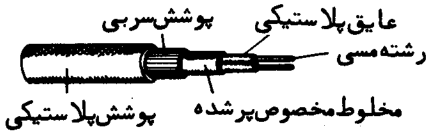
سیم‌هائی که قادرند سنگینی خود را تحمل کنند

YMT



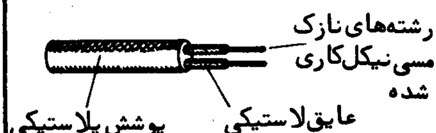
سیم‌ها با پوشش سربی

NYBUY

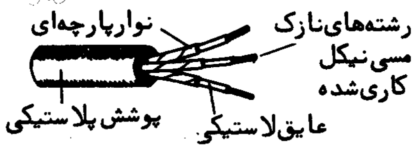


سیم‌های دستگاه‌هائی‌که محلشان متغیر است

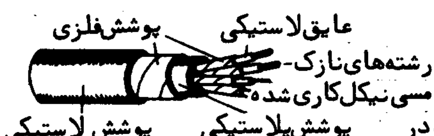
NLH
سیم سبک نرم لاستیکی برای دستگاه‌های دستی



NMH
سیم متوسط نرم لاستیکی قابل استفاده همچنین در محلهای مرطوب

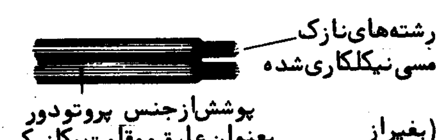


NSH
سیم قوی نرم پلاستیکی دارای مقاومت زیاد در مقابل فشارهای مکانیکی



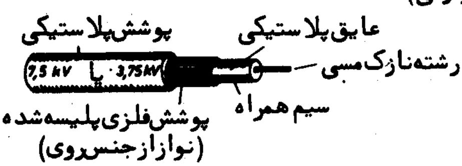
سیم‌های جفتی

NYZ (PR)
فقط برای محلهای خشک، دستگاه‌های سبک (بغیراز دستگاه‌های حرارتی)

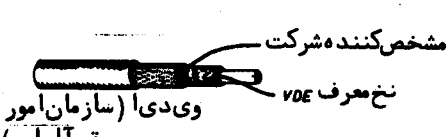


سیم لامپ‌های فلورسنت

NYLRZY
یا
NYLRAY



نخ‌های مشخص کننده یک سیم
VDE سیاه ـ قرمز
سیاه ـ قرمز
نخ معرف شرکت تولید کننده سیم
تولیدکننده‌ها همه دارای یک رنگ مخصوص بخود میباشند .



۱ – سیم‌ها، دستگاه‌ها، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۲۰۱ – سیم‌های نول مسی

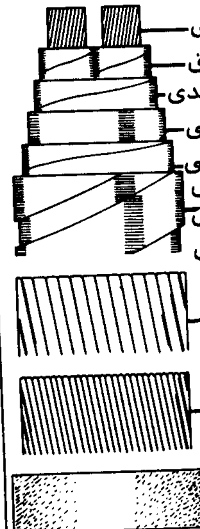
سیم با روپوش ورقه سربی

موارد استفاده:

NK در محل‌های خشک و کانال‌ها
NKBA برای داخل زمین و محل‌های مرطوب تا ۱۰ کیلوولت
NKFA ، NKRA } مقاوم در مقابل نیرو های کششی

رشته‌های نخ

دو رشته: سیاه، سبز – زرد.
سه رشته: سیاه، آبی روشن، سبز – زرد.
چهار رشته: سیاه، آبی‌روشن، قهوه‌ای، سبز – زرد.
پنج رشته: آبی روشن، سیاه، سبز – زرد، قهوه‌ای، مشکی.



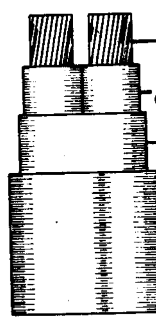
NK	کابل استاندارد با پوشش‌براق سربی
NKB	کابل استاندارد با نوار تقویتی آهنی
NKBA	کابل استاندارد با نوار تقویتی آهنی پوشش خارجی
NKFA	کابل استاندارد با سیمهای‌پهن‌تقویتی در پوشش خارجی
NKRA	کابل استاندارد با سیمهای‌گرد‌تقویتی در پوشش خارجی
NKA	کابل استاندارد در پوشش خارجی

سیم‌های پلاستیکی

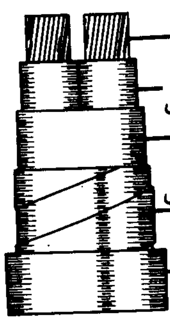
الف. کابل استاندارد NYY
عایق پلاستیکی دور رشته پوشش عایق پلاستیکی.

ب. کابل استاندارد NYBY
عایق پلاستیکی دور رشته نوار تقویتی اهنی.

الف



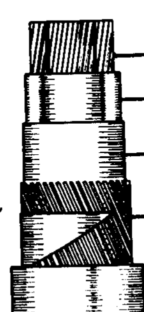
ب



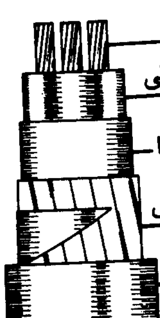
ج. کابل استاندارد NYCY
عایق پلاستیکی دور رسته سیم مرکزی برای هادی وسطی یا هادی حفاظتی پوشش پلاستیکی.

د. کابل استاندارد NYFY
عایق پلاستیکی دور رشته سیم تقویتی پهن پوشش پلاستیکی.

ج



د

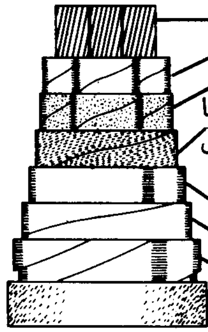


۱ – سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۲۰۱ – سیم نول

سیم با روپوش ورقه سربی با پوشش عایق

سیمهای گرد و پهن تقویتی مقاوم در مقابل نیروهای کششی

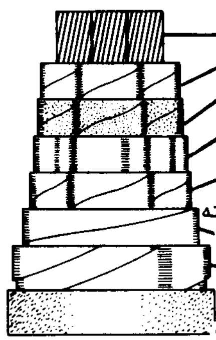
نوار تقویتی آهنی فقط به منظور پوشش داخلی و پوشش سربی است .



NHKBA کابل استاندارد قویترین حفاظت رشته (ورقه آهن) نوار تقویتی آهنی برای پوشش‌خارجی

NHKFA کابل استاندارد قوی ترین حفاظت رشته (ورقه آهن) سیم تقویتی پهن برای پوشش خارجی

NHKRA کابل استاندارد قوی ترین حفاظت رشته (ورقه آهنی) سیم تقویتی گرد برای پوشش خارجی



NHEKBA کابل استاندارد قوی ترین حفاظت رشته (ورقه‌آهنی) پوشش سربی برای رشته‌های تکی

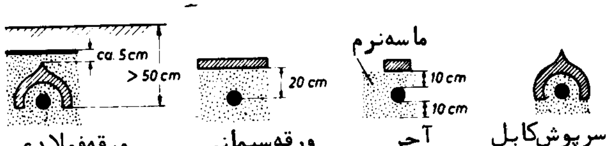
NHEKFA کابل استاندارد قوی ترین حفاظت رشته (ورقه‌آهنی) پوشش سربی تکی سیم‌های تقویتی پهن پوشش جارجی .

NHEKRA کابل استاندارد قوی ترین حفاظت رشته (ورقه آهنی) پوشش‌های سربی تکی سیمهای تقویتی گرد پوشش‌خارجی

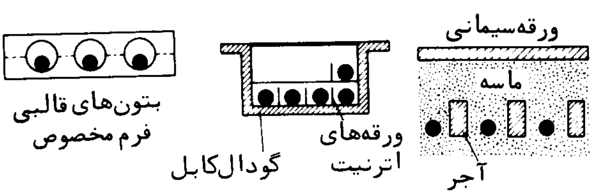
عمق سیم‌های نول درداخل زمین

سیم ۱ کیلوولت = ۰٫۶۵ متر — سیم ۳۰ کیلوولت = ۱٫۰۰ متر
سیم ۶ کیلوولت = ۰٫۸۰ متر — سیم ۱۱۰ کیلوولت = ۱٫۲۰ متر
سیم مخابرات = ۰٫۶۰ تا ۰٫۸۰ متر

امکانات کل پوشاندن کابلهای تکی داخل زمین



روش‌های معمول برای جا گذاشتن کابل‌های چندتائی در داخل یک چاله یا گودال مشترک .

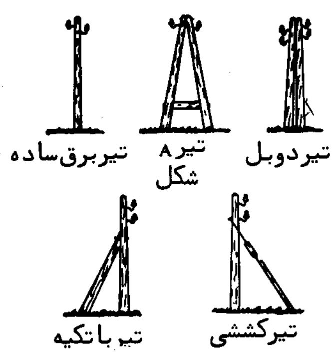


۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۳۰۱ ــ کابل‌های آزاد (در هوا)

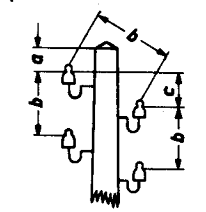
الف . تیر برق چوبی

ب . فواصل نصب برای عایق‌ها

الف

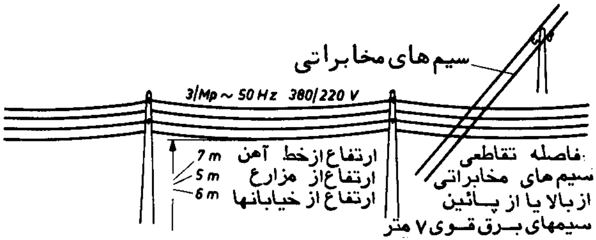


ب



	a (cm)	b (cm)	c (cm)
Cu	≈15	≈40	≈20
Al	≈15	≈50-60	≈25-30

فواصل و حداقل قطر سیم‌های آزاد .

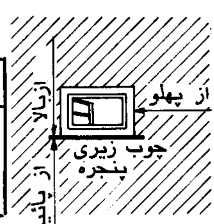


حداقل سطح مقطع برای فواصل دو تیر

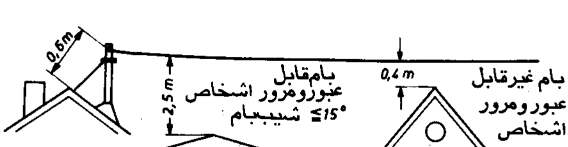
	کمتر از ۴۵ متر	بیش از ۴۵ متر
سیم‌های مسی	۶ م م مربع	۱۰ م م مربع
کابل‌های آلومینیمی	۱۶ م م مربع	۲۵ م م مربع

فواصل از محل اتصال‌های خارج از دیوار

	از بالا	از پهلو و پائین
سیمهای لخت	۵ر۱ م	۲۵ر۱ م
سیمها با عایق مثلا : NFGW(PR)	۳ر۰ م	۶ر۰ م



فواصل نصب سیم‌های آزاد از بالای ساختمان‌ها



۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۳۰۱ ـ سیم‌های آزاد (در هوا)

محل اتصال در ساختمان‌ها

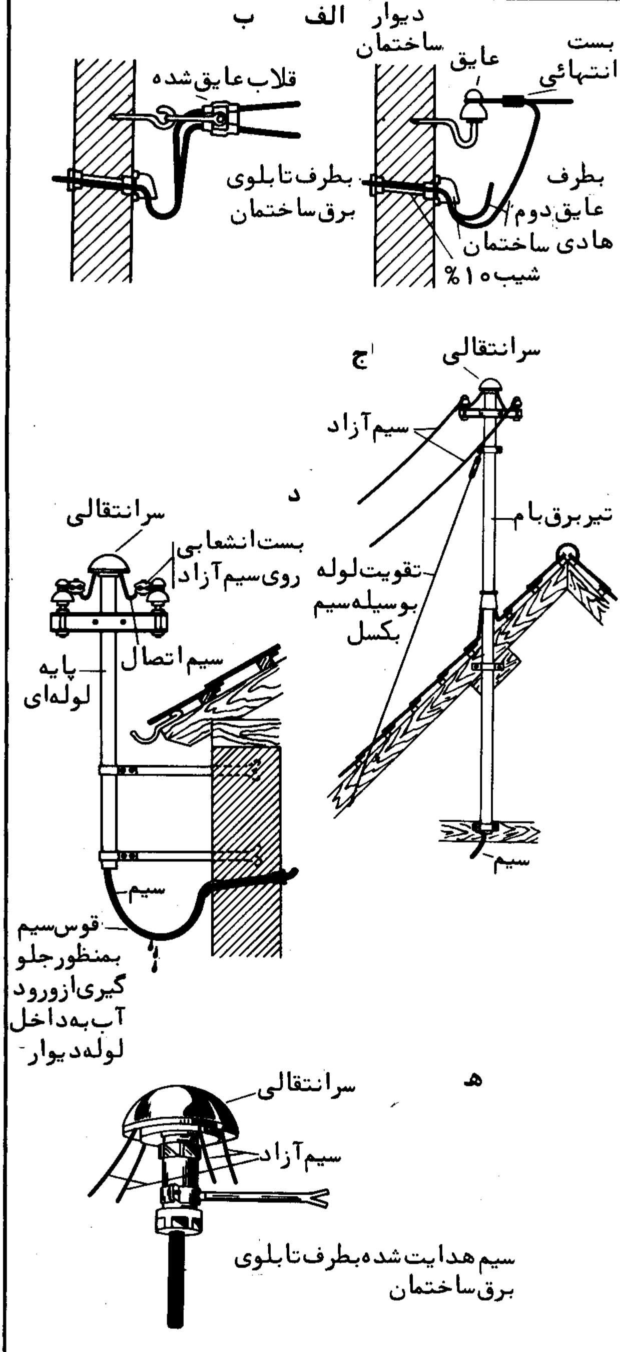
الف هدایت سیم‌ها به‌کمک عایق های جنس چینی ، هدایت سیم به ساختمان به وسیله لوله محافظ از داخل دیوار

ب هدایت سیم‌ها به کمک قلاب عایق شده

ج هدایت سیم‌ها از داخل لوله که از آن به عنوان تیر برق استفاده شده با سر انتقالی .

د هدایت سیم‌ها از یک لوله که بدیوار ساختمان نصب شده .

هـ سر انتقالی برای چهار سیم .



دیوارها و پایه‌ها
خطوط ضخیم و پر رنگ برای دور شکل و هاشورها با خطوط نازک و زاویه ۴۵ درجه .

پنجره
برای نمایش دادن پنجره ، هاشور دیوار درآن قسمت وجود ندارد و خطوط لبه‌های پنجره رسم شده‌اند و برای پنجره‌های یک شیشه‌ای یک خط و برای پنجره های با شیشه مضاعف دو خط کشیده شده است.

درب ها
جهت باز شده درب به وسیله یک خط و یک کمان 90° متصل به آن خط رسم شده. یک خط در محل بسته شده درب بمنزله یک تخته زیر در می باشد و دو خط برای تخته زیر درب دوبل رسم میشود.

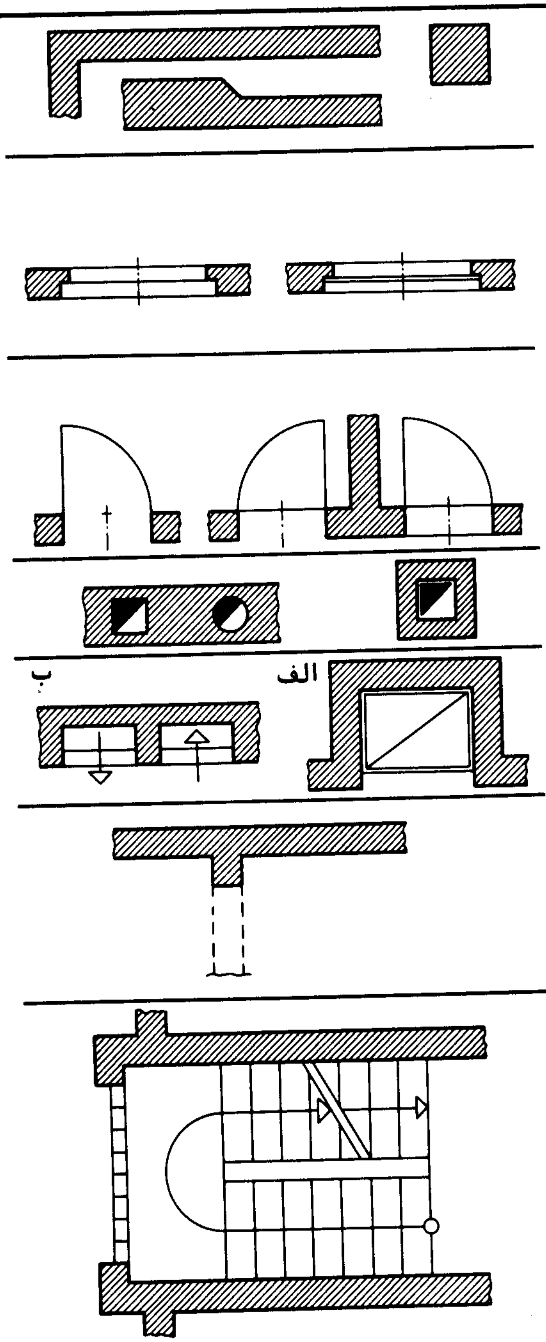
دود کش (بخاری)

الف تهویه هوا (داخل و خارج شدن آن) .
ب محل آسانسور

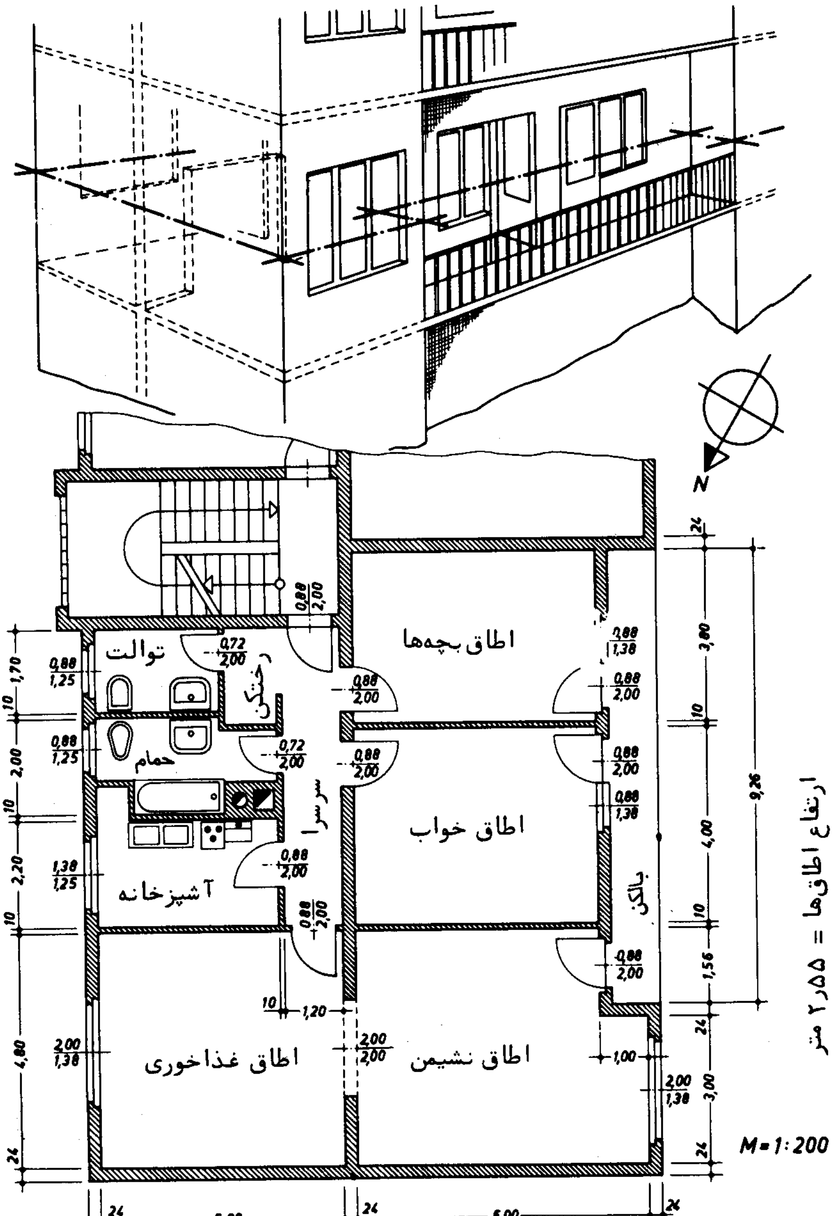
ستون‌ها و پایه‌ها
دراین قسمتها سوراخ کردن یا هر نوع کاری که باعث تضعیف آن‌ها شود مجاز نیست . آن‌ها به‌وسیله خط چین نمایش داده میشوند .

پلکان
فلش رسم شده جهت بالارفتن را نشان می‌دهد . دو خط موازی کج روی پله‌ها برای نمایش سطح مقطع می‌باشند . سطح مقطع دیوار ها مربوط به‌بالاترین نقطه پله است .

اندازه گذاری :
در نقشه‌های ساختمانی اندازه گذاری مثل اندازه گذاری در رسم فنی نیست . (رجوع شود به صفحه بعد) در جاهائی که دیوار دارای درب وپنجره است ، عددی‌که روی خط محور پنجره نوشته‌شده پهنای پنجره و عدد زیر خط ارتفاع آن میباشد .



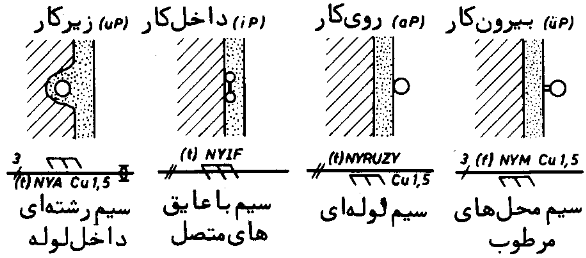
۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۴۰۱ ـ مقاطع ساختمانی



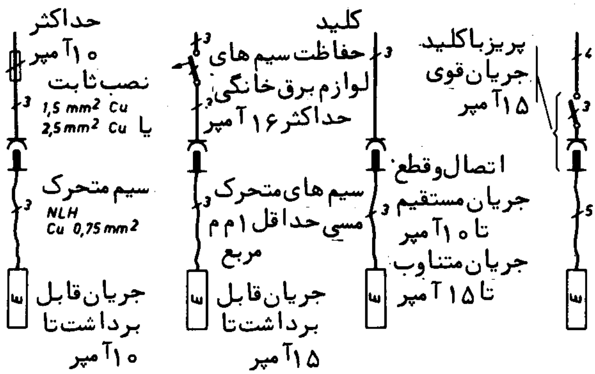
۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۵۰۱ ــ راهنمائی‌های کلی برای نصب

انواع کار گذاری‌های معمولی

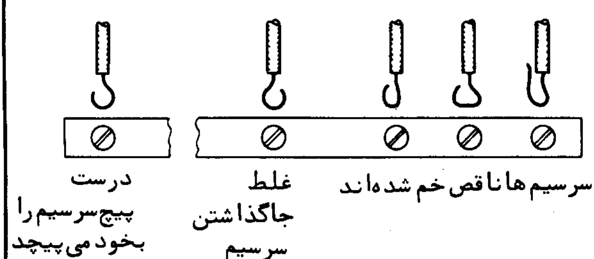
t جاهای خشک
f جاهای مرطوب
k کابل ها



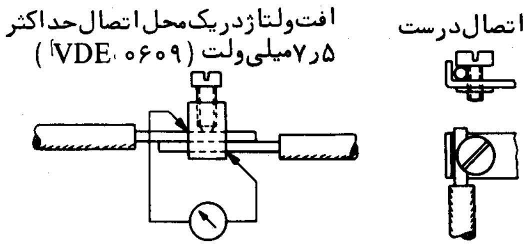
حداقل سطح مقطع و جریان برق فیوزها برای جریان مدار پریزها برحسب VDE ۰۱۰۰ است .



خم کردن سر سیم‌ها

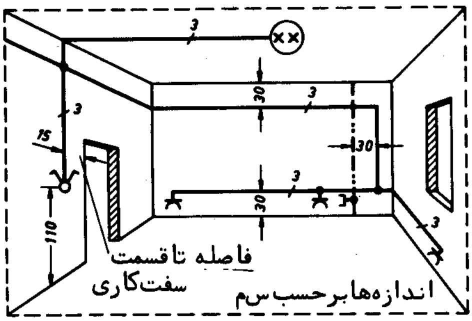


در محلی که دو سیم به هم وصل می شوند باید مقاومت الکتریکی انتقالی کم باشد ، در غیر این صورت انرژی زیادی تلف شده و خطر آتش سوزی وجود دارد .

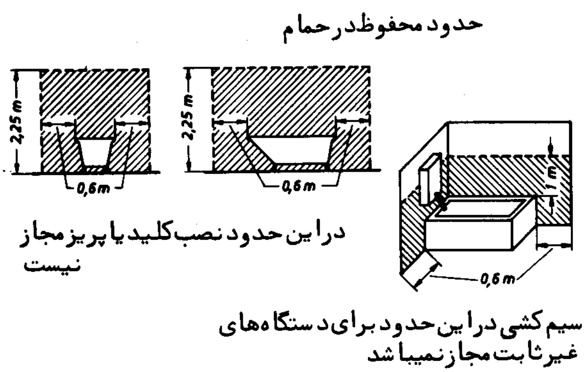


۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۵۰۱ ــ راهنمائی‌های کلی برای نصب

فواصل معمولی برای سیم کشی یک اطاق

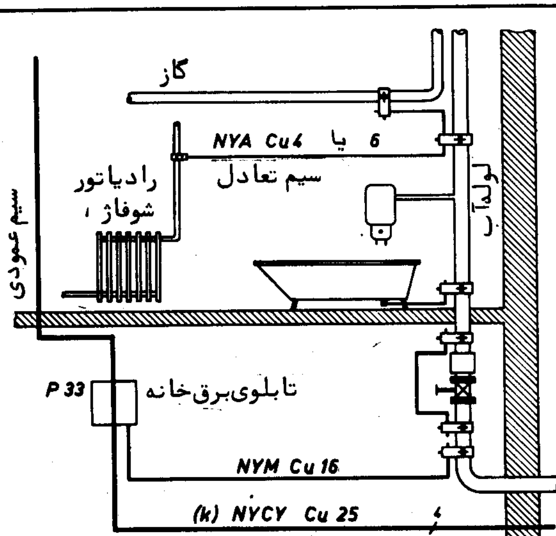


حدود حفاظت شده در حمام بر حسب VDE ۰۱۰۰



تعادل ولتاژ در حمام
سیم تعادل ، لوله فلزی آب سرد و وان ، هادی حمام و بست های لوله فاضل‌آب که این‌ها هم هادی می باشند و لوله‌های فلـزی دیگر حمام را با هم اتصال میدهد .

این عمل باعث میشود که بین این وسائل هیچ اختلاف ولتی بوجود نیاید .



کلید نصب

۱

کلید ۱/۱
(قطع کننده یک پل)

کلید ۱/۲
(قطع کننده دو پل)

کلید ۱/۳
(قطع کننده سه پل)

کلید ۴/۱
(کلید گروهی یک پل)

کلید ۵/۱
(کلید سری یک پل)

کلید ۶/۱
(کلید تعویضی یک پل)

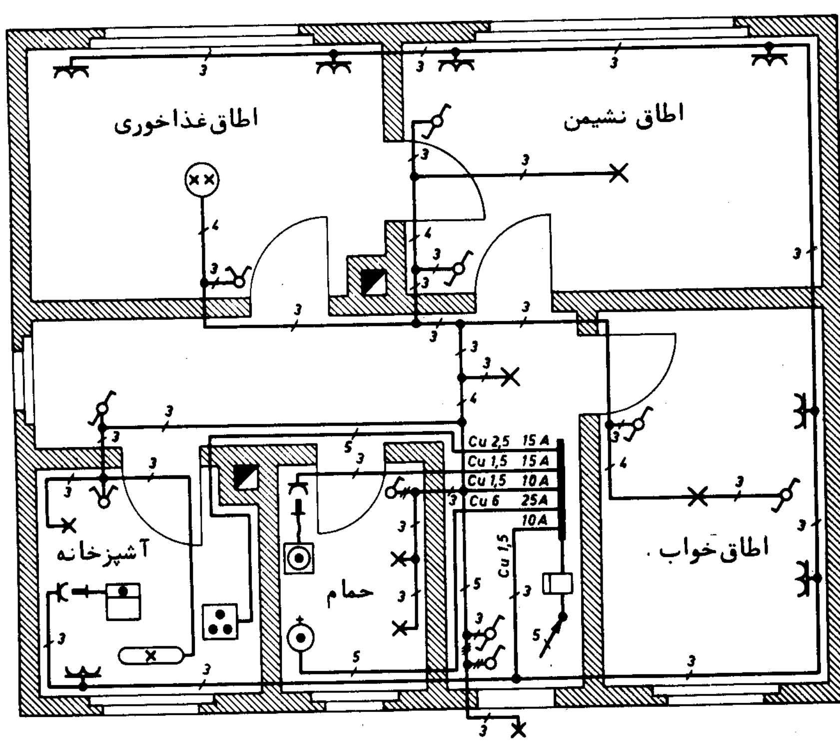
کلید ۷/۱
(کلید صلیبی یک پل)

کلید ۶/۱
(کلید تعویض با جذب)

دگمه فشاری

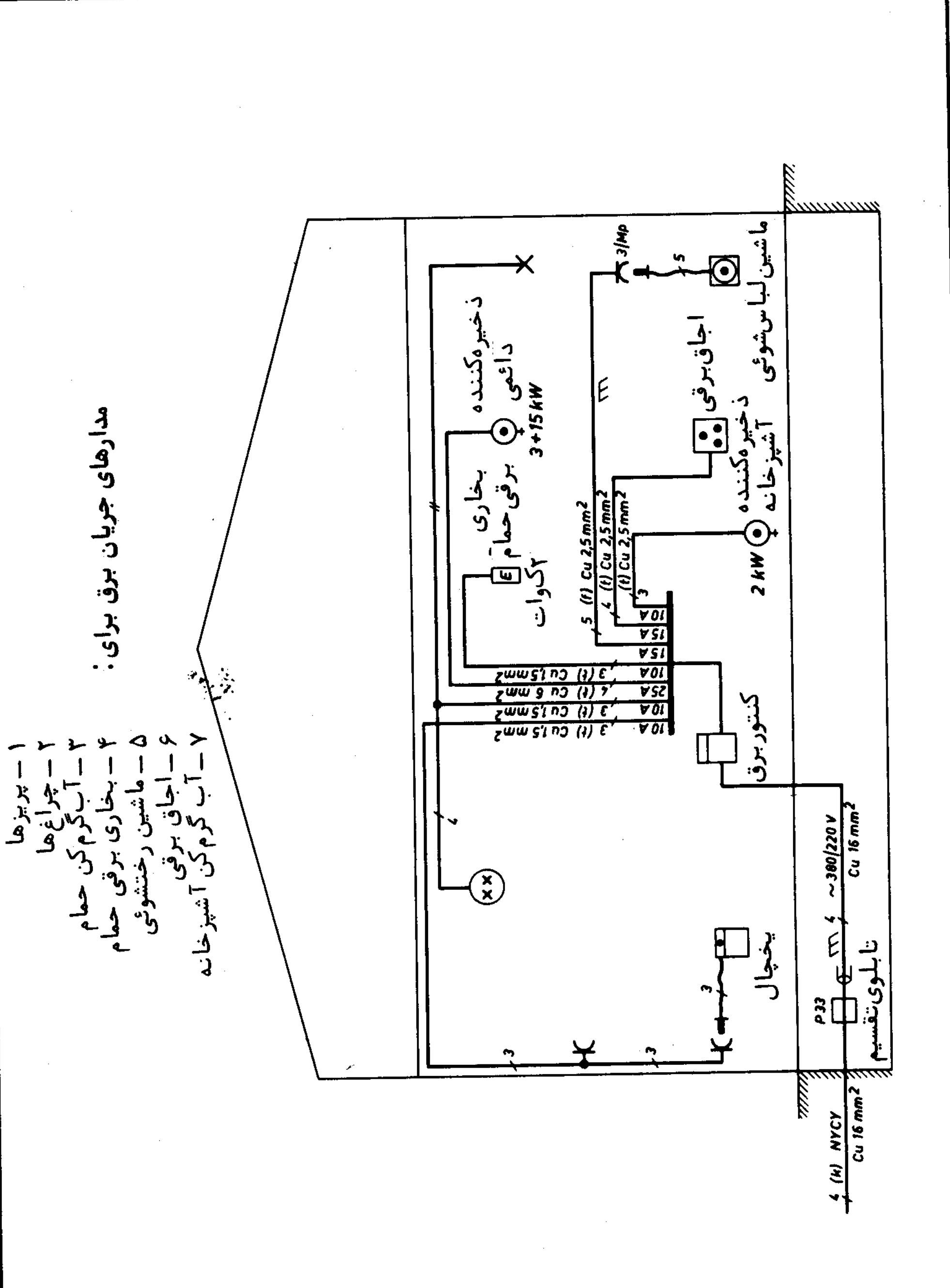
دگمه فشاری
در داخل کلید یک لامپ
روشن میشود

سیم کشی یک آپارتمان برای مثال



۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی

۲۰۶۰۱ ــ سیم کشی یک آپارتمان برای مثال



۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۷۰۱ ــ تقسیم انرژی الکتریکی و رفع خطر از مدارها

جدول قسمت‌های حفاظتی جریان غیر مجاز نسبت بسطح مقطع موثر سیم‌ها با روپوش عایق .

گروه ۱ : یک یا چند سیم یکرشته‌ای که داخل لوله کارگذاشته شده‌اند.
گروه ۲ : سیم‌های چندین رشته‌ای مثلا سیم‌های پوشش‌دار، لوله‌ای و با پوشش متصل .
گروه ۳ : سیم‌های یک رشته‌ای آزاد در هوا .

سطح مقطع موثر mm² Cu	گروه ۱ A	گروه ۲ A	گروه ۳ A
0,75	—	10	16
1	10	16	20
1,5	16	20	25
2,5	20	25	35
4	25	35	50
6	35	50	63
10	50	63	80
16	63	80	100
25	80	100	125
35	100	125	160
50	125	160	200

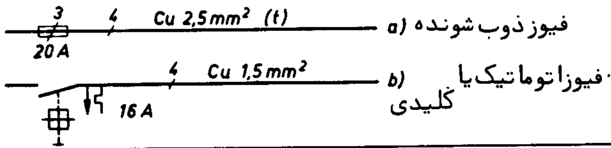
شدت جریان مجازی که بطور دائم در سیم‌های پوشیده با عایق در حرارت محیط تا °۲۵ سلسیوس می توان داشت .

سطح مقطع موثر mm² Cu	گروه ۱ A	گروه ۲ A	گروه ۳ A
0,75	—	13	16
1	12	16	20
1,5	16	20	25
2,5	21	27	34
4	27	36	45
6	35	47	57
10	48	65	78
16	65	87	104
25	88	115	137
35	110	143	168
50	140	178	210
70	175	220	260
95	210	265	310
120	250	310	365

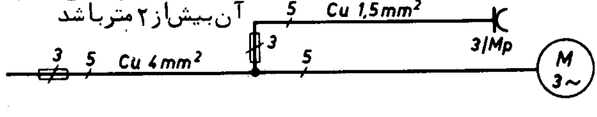
وسائل حفاظتی در مقابل جریان غیر مجاز

این وسائل (فیوزها) را میتوان در هرنقطه از مدار بدلخواه کارگذارد بشرطی که در سرتاسر آن تا فیوز بعدی هیچ نوع انشعاب یا پریزی وجود نداشته باشد . اگر آن سیمرا با یک سر دیگر انشعاب دهیم و قطر آن سیم کم و طولش بیش از دو متر باشد ، باید سیم ورودی تابلو را بایک فیوز مطمئن ساخت. وقتی مجموع شدت جریانهای آن مدارها مساوی و یا کوچکتر باشند باید آن سیمرا هم جداگانه بایک فیوز مطمئن ساخت .

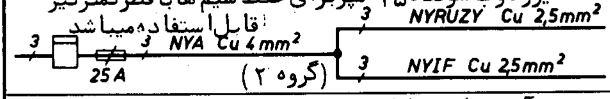
قسمت‌های حفاظتی یک سیم



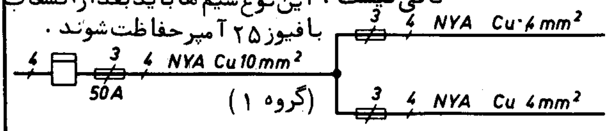
فیوز برای سیم جدید انشعابی وقتی که طول آن بیش از ۲ متر باشد



فیوز ذوب شونده ۲۵ آمپر برای حفظ سیم ها با قطر کمتر نیز قابل استفاده میباشد



فیوز ۵۰ آمپر برای حفاظت سیم با سطح مقطع ۴ میلیمتر م م مربع کافی نیست ، این نوع سیم ها باید بعد از انشعاب با فیوز ۲۵ آمپر حفاظت شوند .

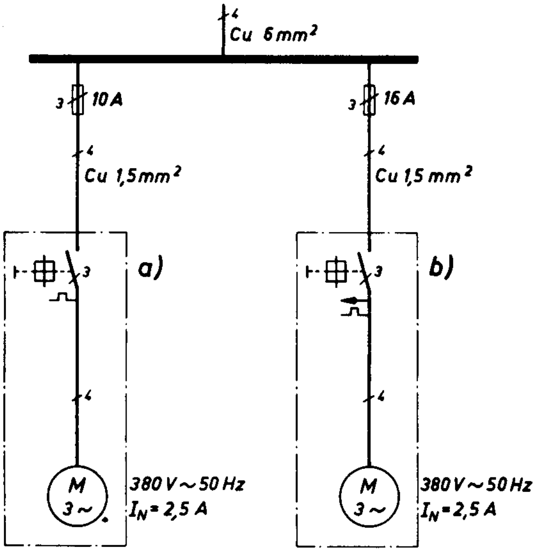


حفاظت در برابر اتصال

فیوزهائی که به‌خاطر اتصال کوتاه بکار میروند ، باید در ابتدای یک سیم نصب کرد . این‌شرط برآورده است وقتیکه فیوز ضدشدت جریان غیر مجاز در ابتدای سیم نصب شده باشد .

الف کلید برای حفاظت موتور بدون حفاظت از اتصال کوتاه . شدت جریان فیوز ذوب شونده از روی شدت جریانی که توان کلید برای حفاظت موتور دارد مشخص میشود .

ب . کلید برای حفاظت موتور و حفاظت از اتصال کوتاه .

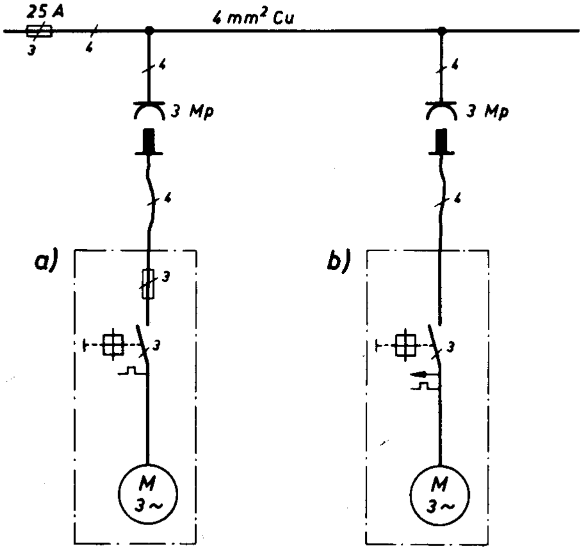


مدار جریان پریز سه پل

بستن دو موتور هریک دارای کلید حفاظت موتور جداگانه در یک مدار پریز سه پلی

۱ . کلیدهای حفاظت موتور که در مواقع بالارفتن جریان ازحد مجاز شروع به‌کار می کنند محتاج به یک فیوز ذوب‌شونده برای‌مواقع اتصال کوتاه نیز میباشند .

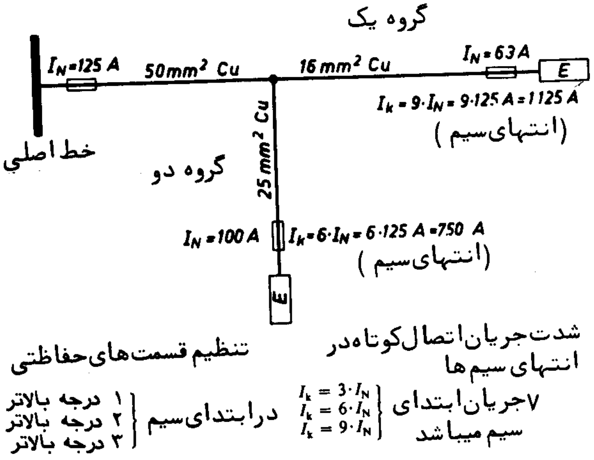
۲ . کلیدهای حفاظت موتوری هم وجوددارند که ازدو قسمت تشکیل شده‌اند : یکی قسمتی که در مواقع بالارفتن شدت‌جریان از حد مجاز یک قسمت از کلید گرم شده و در نتیجه‌کلید کارش‌را انجام میدهد. قسمت دوم یک قسمت مغناطیسی است‌که درمواقع اتصال کوتاه کلید جریانرا قطع میکند . این نوع کلید ها احتیاج بفیوز ذوب شونده جدا گانه ندارند .



۱ – سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۸۰۱ – تقسیم انرژی الکتریکی و رفع خطر از مدارها

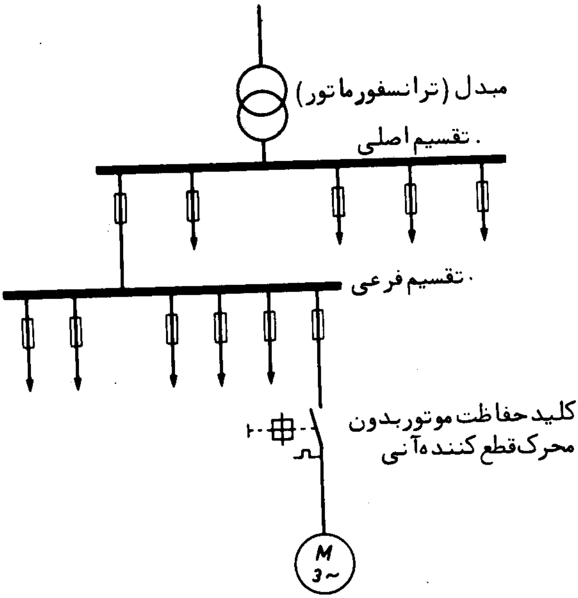
سیم‌ها با سطح مقطع‌های مختلف و فیوزهای مخصوص آن‌ها

علیه عواقب ناشی از اتصال کوتاه میتوان فیوز یا کلید حافظ سیم‌ها را تا سه درجه بالاتر از آن‌چه در جدول صفحه ۱۳ نوشته‌شده انتخاب کرد به شرط این‌که در سرتاسر سیم قسمت حفاظتی علیه شدت جریان غیر مجاز کار گذاشته شده باشد. در اینصورت باید شدت‌جریان در مواقع اتصال‌کوتاه در انتهای سیم ها مساوی شدت جریانهای جدول روبرو باشد.



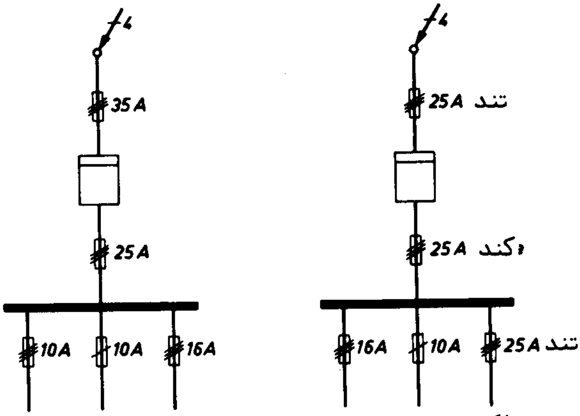
سلکتیویته (خواص‌مستقل‌ازدیگران)

فیوزها باید طوری درجه بندی و مرتب شوند که اگر یک ورودی اتصال کوتاه کرد ، به ورودی‌های دیگر هیچ اثر بدی نداشته باشد.



۲۰۸۰۱ ــ تقسیم انرژی الکتریکی و رفع خطر از مدارها

سلکتیویته (خواص مستقل از دیگران)
یک دستگاه الکتریکی داری سلکتیویته خوب می باشد وقتی که در حالت اتصالی نزدیک ترین فیوز به نقطه اتصال ذوب شود . موقعی که فیوز های ذوب‌شونده از یک نوع باشند (تند یا کند) ، باید درموقع درجه بندی حداقل یکدرجه شدت‌جریان موثر را پائین‌تر گرفت .
برای فیوزهای اتوماتیک (اتوماتها) باید فیوزهای ذوب شونده از نظر درجه‌شدت جریان بالاتر سه‌درجه تند و یا دو درجه کند (تا ۱۰۰ آمپر) در نظر گرفته شوند .



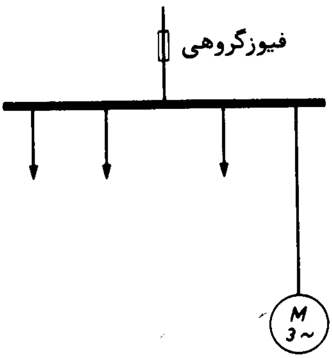
سلکتیویته خوب   سلکتیویته بد

حداقل فیوزهای ذوب شونده‌ایکه باید قبل از کلیدهای حافظ سیم وصل شوند .

شدت جریان فیوزی که قبل کلید حافظ باید وصل شود تند	۲۰آ	۲۵آ	۳۵آ	۵۰آ
کند	۱۶آ	۲۰آ	۲۵آ	۳۵آ
شدت جریان کلید حافظ که بعد از فیوجریان دارد	۶آ	۱۰آ	۲۵آ	۳۵آ

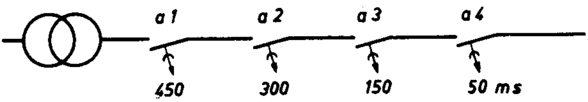
فیوزهای گروهی برای مدارهای جریان چند تائی

وقتی در یکی از مدارها یک اشکال پیش آید این فیوز گروهی همه مدارهای دیگر را قطع میکند .



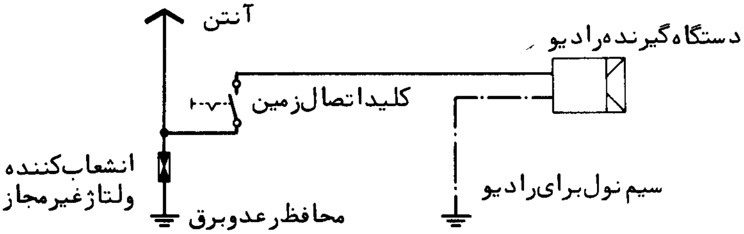
زمان‌های قابل تنظیم کلیدهای اتصال کوتاه سری برای مقابله با اتصال کوتاه جداگانه یا سلکتیو .

کلیدها



زمانهای قابل تنظیم

ساختمان کلی دستگاه یک آنتن



۱ . قسمت حافظ از برق جو و ولتاژ غیر مجاز
به‌آنتن بیرون می‌توان یک دستگاه ضد برق و یک کلید برای اتصال به زمین وصل کرد . هر دو را باید به سیم منفی متصل نمود .

۲ . سیم آنتن
روپوش مخصوص سیم آنتن باید از محل وصل به آنتن تا محل پریز آنتن دستگاه ، سالم و بدون بریدگی باشد .

۳ . محل نصب آنتن
بستن آنتن به برآمدگی کانال بخاری به‌خاطر ضعیف بودن آن و اثراتی که دود بخاری می‌تواند روی بدنه آنتن و سیم آن داشته باشد توصیه نمی‌شود .
ارتفاع میله آنتن از پشت بام نباید بیشتر از سه متر باشد زیرا در این‌صورت دستورات دیگری برای حفاظت از برق جو وجود دارد .

۴ . مبدل (ترانسفورموتور) آنتن
مبدل‌ها تبدیل کننده شدت جریان ، ولتاژ و مقاومت میباشند . در دستگاه آنتن کارشان این است که مقاومت زیاد آنتن را به مقاومت کمتر سیم متصل کنند . آنتن تطبیق دهنده باین منظور است که‌از تلف شدن ولتاژ زیاد جلوگیری نماید . همین کار را مبدل‌های رادیو نیز انجام می‌دهند . اگر طول سیم آنتن از میله‌های آنتن شروع شده تا محل وصل آن به رادیو بیشتر از ۱۰ متر باشد ، باید از این مبدل‌ها استفاده کرد . به پریزهای آنتن یک مقاومت‌هائی وصل می‌کنند تا این که دستگاه‌های رادیوئی که همه به یک آنتن وصل شده‌اند روی هم دیگر اثری نداشته باشند .

۵ . تقویت کننده
تقویت کننده کارش این است که ولتاژ دریافت شده آنتن را تقویت کند .
تعداد گیرنده‌هائی را که می‌توان به یک آنتن وصل کرد بستگی به قدرت تقویت کنندگی تقویت‌کننده دارد . تقویت کننده را معمولا روی پشت بام نصب میکنند وبرق آنرا از برق منزل تامین میکنند . به دستورات شرکت تولید کننده آن دستگاه هم باید توجه کرد .

۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۹۰۱ ـ دستگاه‌های آنتن

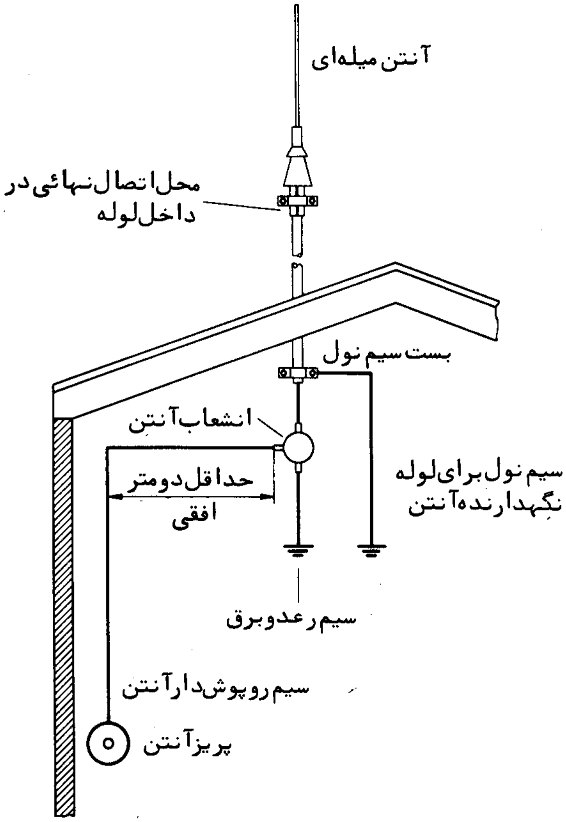
علائم اختصاری در نقشه‌ها

 پریز آنتن رادیو

 پریز آنتن تلویزیون

 پریز آنتن‌های رادیو و تلویزیون

دستگاه‌های آنتن تکی
برای نصب وبکار انداختن یک دستگاه آنتن با تقویت کننده انرژی و یا کونور تور باید از اداره پست فدرال اجازه گرفت (برای آلمان غربی) .



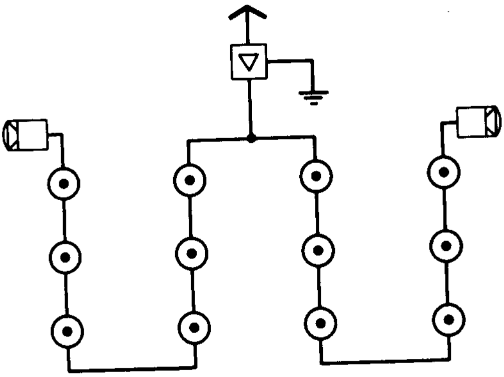
۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی

۱۰۱۵۰۱ ـ دستگاه‌های آنتن

دستگاه آنتن مشترک با تقویت کننده

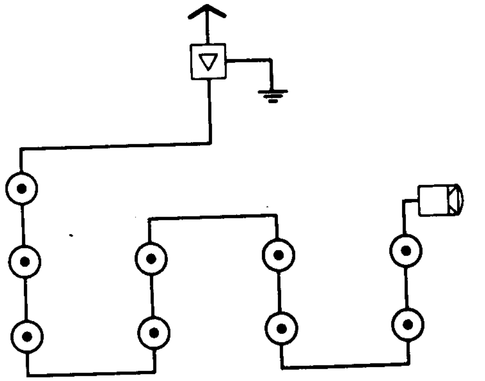
تقسیم ولتاژ آنتن برای آپارتمان‌های مختلف بچند طریق امکان پذیر است .

متد رشته مستقیم
از آنتن یک یا دو سیم اصلی به تمام گیرنده‌ها میرود .



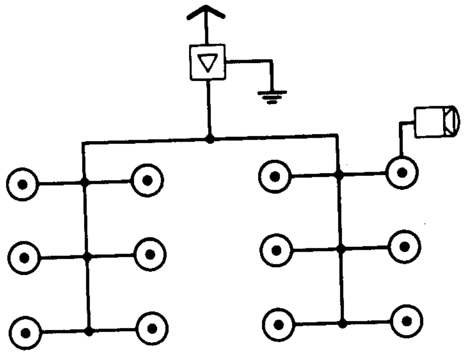
متد رشته مستقیم با یک سیم اصلی

از آنتن فقط یک رشته سیم به تمام گیرنده‌ها میرود .

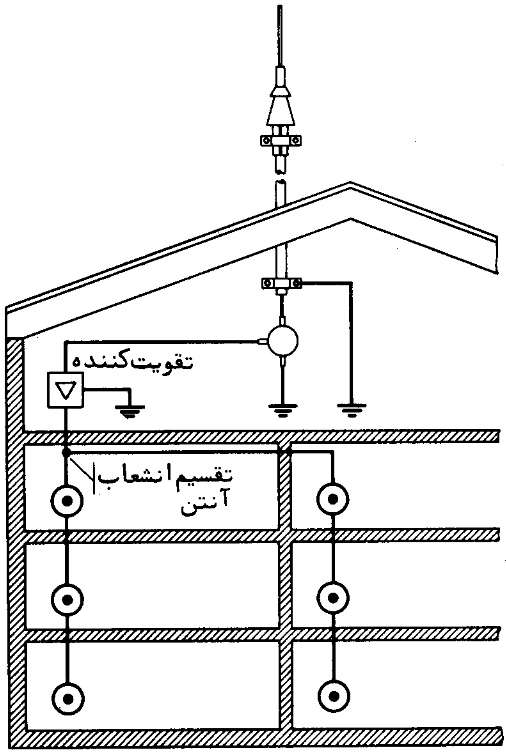


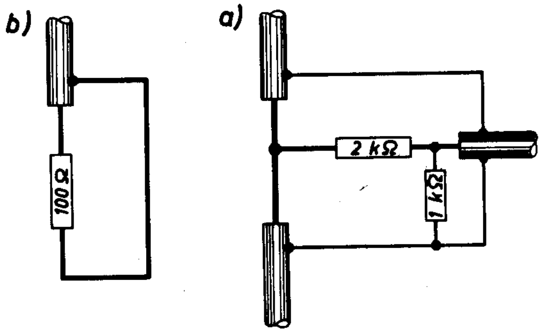
متد سیم‌های روکش بافته با دو رشته سیم و سیم‌های روکش بافته .

هر یک از گیرنده‌ها به وسیله یک سیم روکش بافته به رشته سیم اصلی وصل می‌گردد .



دستگاه آنتن مشترک

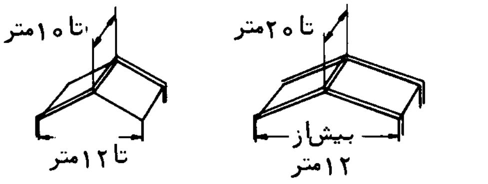




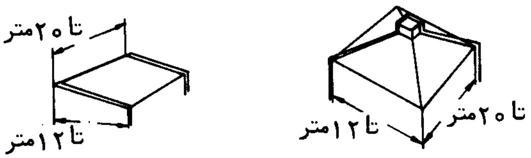
۱. اتصال یک گیرنده به سیم اصلی آنتن ازروی یک‌مدار تقسیم‌کننده ولتاژ.
۲. انتهای سیم اصلی آنتن به‌وسیله یک مقاومت انجام شده است.

۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۱۱۰۱ ــ دستگاه حفاظت از رعد و برق

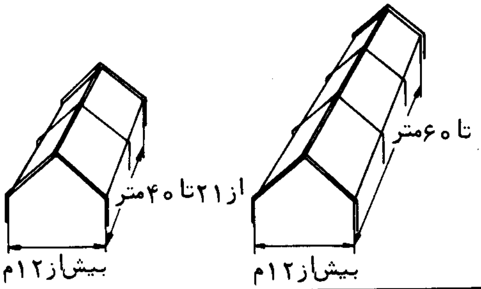
برای خانه‌هائی که پشت بام آن‌ها از دو سطح مایل تشکیل شده (مثل شکل های روبرو وصفحه بعد) تفاضل ارتفاع پشت بام بیش از یک متر .



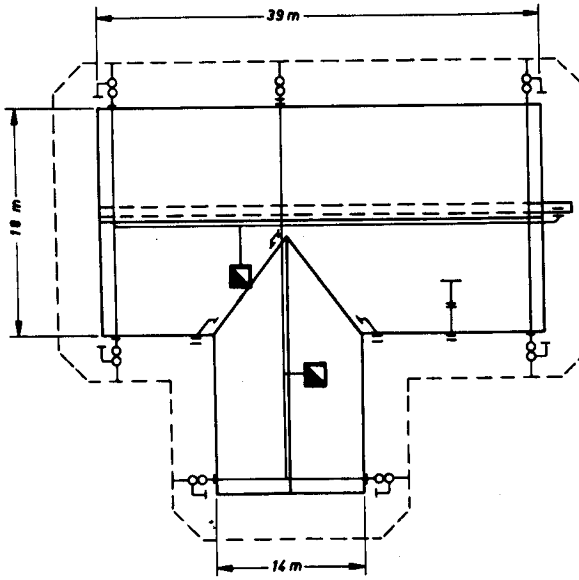
تفاضل ارتفاع پشت بام (نوک بالائی تا لبه پائینی بام) کمتر از یک متر .



ساختمان‌های پهن و دراز

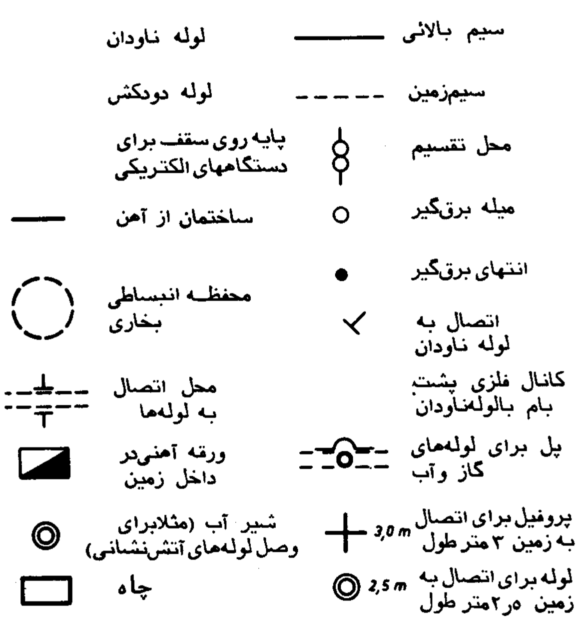


نقشه سیمهای برق‌گیر برای یک خانه دهقانی



۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۱۱۰۱ ـ دستگاه‌های برق‌گیر

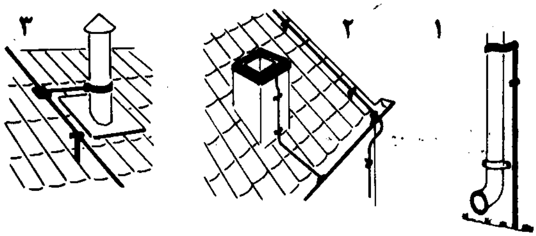
تشخیص علائم



حداقل اندازه برای سیم‌ها

جنس	روی زمین	زیر زمین
فولادگرد نیکل‌کاری‌شده فولادی نیکل‌کاری‌شده سیم بوکسل فولادی	قطر ۸ میلیمتر ۲٫۵×۱۰ میلیمترمربع غیر مجاز	قطر ۱۰ میلیمتر ۳٫۵×۳۰ میلیمتر مربع غیر مجاز
مس گرد نوار مسی سیم‌بوکسلی مسی سیم فولادی و مسی	قطر ۸ میلیمتر ۲٫۵×۲۰ میلیمتر مربع ۳×۷ میلیمتر قطر ۸ میلیمتر با ۳۰% روکش مسی	توصیه نمیشود توصیه نمیشود غیر مجاز توصیه نمیشود

۱. سیمهای داخل زمین بدون پوشش محافظ لوله‌ای هستند. برای شبکه‌های برق باید یک محل جدا کننده تعیین نمود.
۲. قاب فلزی روی کانال بخاری برای برق‌گیری.
۳. اتصال بین لوله بخاری و سیم برق‌گیر.



۱ ــ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۱۲۰۱ ــ حفاظت به وسیله سیم زمین

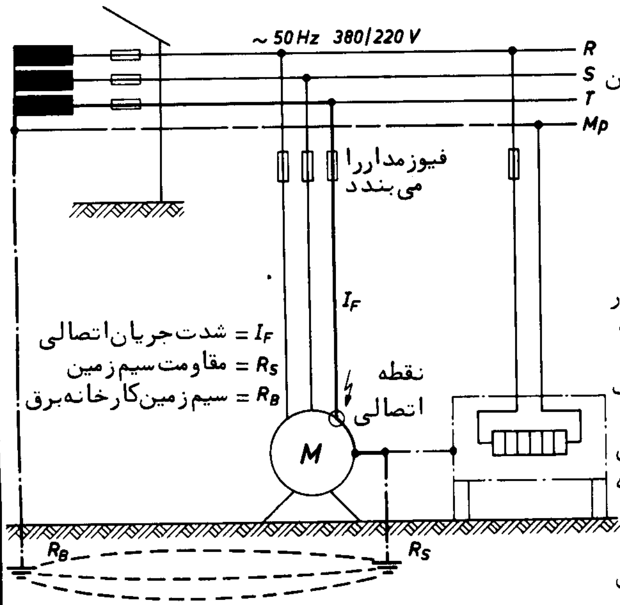
دستگاه‌های الکتریکی که با ولتاژ کم‌تر از ۱۰۰۰ ولت کار میکنند باید طبق مقررات نصب شوند. این مقررات به قرار ذیل می‌باشند :

۱. دستورات (با حروف پر رنگ) ، که این‌ها حتما باید رعایت شوند .
۲. قواعد (با حروف معمولی) ، می‌توان در موارد بخصوصی از این‌ها صرف‌نظر کرد .
۳. راهنمائی‌ها (حروف شکسته) ، مطالبی که توصیه شده‌اند .

از متدهای زیر می‌توان برای حفاظت استفاده کرد :

۱ ــ حفاظت به‌وسیله سیم زمین

تمام قسمت‌هائی از یک دستگاه که باید حفاظت شوند هر یک تک تک به سیم اصلی وصل می شوند . در صورت اتصال کوتاه ، از داخل این سیم اصلی زمین یک شدت جریان عبور میکند و نزدیک‌ترین فیوز به وسیله این شدت جریان میپرد (یا میسوزد) و قسمت‌های دیگر دستگاه را بدون ولتاژ می‌کند .



راهنمائی برای نصب :

۱. مقاومت سیم زمین نباید از این مقدار تجاوز کند :

$$R_s = \frac{65}{k \cdot I_n}; [R_s] = \frac{V}{A} = \Omega$$

In = شدت جریان فیوز
k = فاکتوری که بر حسب آن نوع فیوز معین میشود .

۲. سیم زمین را باید با دقت در در داخل زمین نصب کرد و به دستگاه متصل نمود .
۳. برای سیم زمین باید فقط از رنگ سبز‌ــ‌زرد استفاده کرد .
۴. در دستگاه‌هائیکه سیم‌زمین برای حفاظت مورد استفاده قرار گرفته دیگر محتاج به نول نیستیم .
۵. قبل از به کار انداختن دستگاه باید یک‌بار سیم زمین را امتحان نمود .

فیوز ذوب شونده		کلید LS	کلید HLS	کلید حفاظتی با مکانیسم اتصالی
تند	کند	تا ۲۵ آمپر	تا ۲۵ آمپر	
k=3,5	≦ 50 A k=3,5 ≧ 60 A k=5	k=3,5	k=2,5	k=1,25

فاکتور K
در دستگاه‌های مصرف کننده برق بر حسب آخرین تقسیم بندی است .

برای فیوز سیم‌های اصلی
K = 2.5

۱ – سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۱۲۰۱ – نـــول (منفی)

۲ – نـــول

این کار به این منظور است که در صورت عیب کردن مدار در یک نقطه نزدیک‌ترین فیوز به آن نقطه عمل کرده و دستگاه را فاقد ولتاژ مینماید . نول کردن فقط طبق شرایط زیر مجاز است :

۰۱ قطر سیم‌ها طوری باید انتخاب شده باشند که ، وقتی ما بین سیم خارجی و سیم نول یک اتصالی به وجود آید شدت جریانی که لااقل از نزدیک‌ترین فیوز میگذرد ، جریانی باشد که به تواند فیوز را بپراند (یا بسوزاند) .

۰۲ سطح مقطع میانی برای سیم‌های تا ۱۶ میلیمتر مربع و برای سیم‌های آزاد تا ۵۰ میلی‌متر مربع باید مساوی سطح مقطع سیم خارجی باشد .

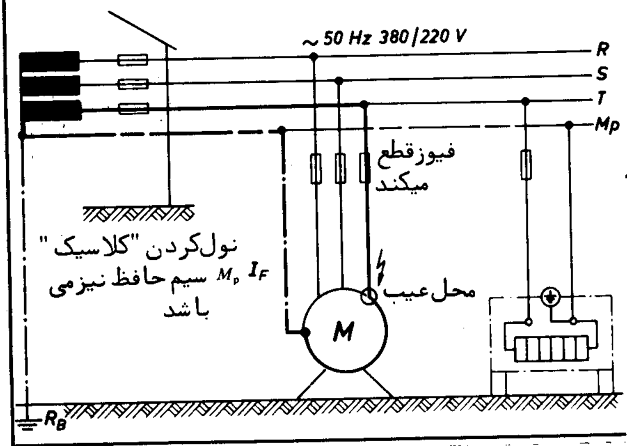
۰۳ سیم نول باید طوری به زمین وصل شود که مقاومت تمام سیم‌های زمین دستگاه بیش از ۱۲ اهم نباشد .

۰۴ سیم نول باید مثل سیم‌های خارج (از کارخانه) روپوش مطمئن و عایق داشته باشد .

۰۵ در مسیر سیم محافظ هیچ فیوز نباید وجود داشته باشد .

۰۶ سیم نول نباید بتنهائی دارای کلید باشد .

سازمان ایمنی تصمیم میگیرد که آیا این شرایط درنظر گرفته شده و میتوان از نول برای حفاظت استفاده کرد یا نه .



راهنمائی‌هائی برای نصب

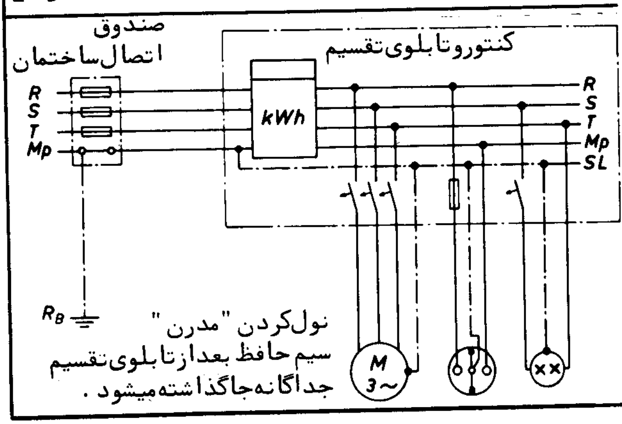
۰۱ سیم منفی و حافظ را باید بدقت نصب نمود .

۰۲ دستگاه‌هائی که بعدها اضافه می شوند و از آن محل برق میگیرند باید جداگانه بزمین متصل‌شوند.

۰۳ در تمام مسیر باید سیم منفی و سیم زمین مشخص باشند .

۰۴ در نقطه‌ای که ازسیم بیرون برای مصرف منزل برق گرفته میشود ، سیم منفی راباید بلوله آب شهر و قبل از کنتور آب وصل کرد .

۰۵ کار نول کردن را باید قبل از به کار انداختن دستگاه امتحان کرد.



رنگ‌های مشخص کننده :

سیم محافظ سبز – زرد
سیم میانی Mp آبی
سیم خارجی سیاه و قهوه‌ای

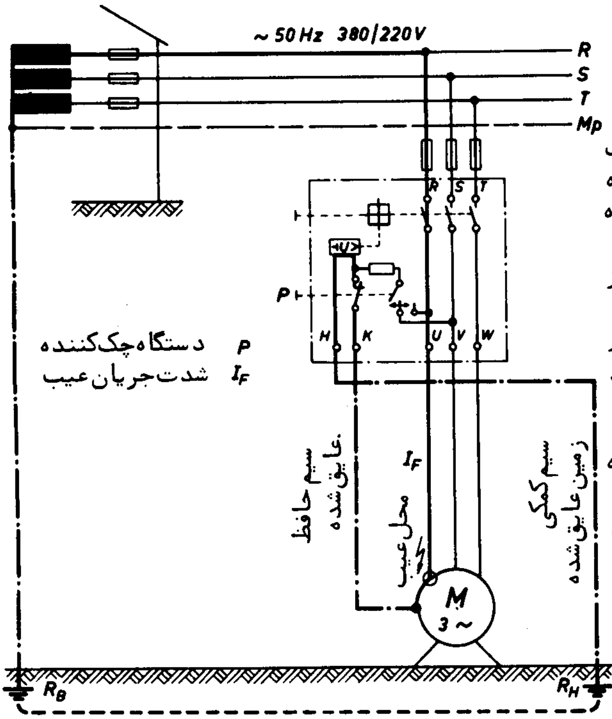
۳ ـ کلید محافظ برای ولتاژ عیب

وقتی بوسیله بدن انسان ، بدنه دستگاه وزمین از نظر الکتریکی بهم متصل میشوند یک ولتاژی بنام ولتاژ عیب به وجود میآید . بوبین رها کننده کلید حافظ به این دو نقطه وصل شده است و کارش این است که قبل از رسیدن این ولتاژ به ۶۵ ولت کلید فوری ، مدار را قطع کند .

برای استفاده از این کلیدها باید شرایط زیر را در نظر گرفت :

۱ . بوبین کلید را طوری باید وصل کرد که این بوبین قادر باشد ولتاژ عیب بین دستگاه وسیم کمکی زمین را کنترل کند (H = نقطه اتصال به سیم کمکی زمین ، K = محل اتصال به دستگاهی که باید محافظت شود) .

۲ . سیم کمکی زمین باید در مقابل بدنه دستگاهی که باید محافظت شود و در مقابل سیم حافظ و در مقابل قسمت‌های مختلف آهنی طوری عایق شود که این بوبین خود به‌وسیله این‌ها حالت اتصالی شده را نداشته باشد . (بوبین رها کننده نباید شارژ شده باشد .)



راهنمائی‌هائی برای نصب

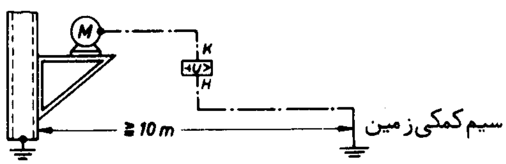
۱ . سیم محافظ را باید به‌دقت نصب کرد و از وارد شدن هر نوع ضربه ویا نیروی مکانیکی‌که باعث بریده شدن سیم شود جلوگیری کرد .

۲ . سیم محافظ باید با رنگ‌های سبز زرد مشخص شوند .

۳ . مقاومت سیم کمکی زمین نباید از ۲۰۰ اهم برای ۲ ولت و از ۸۰۰ اهم برای ۶۵ ولت ولتاژ رها کننده بیشتر باشد .

۴ . سیم کمکی زمین نباید در محدوده ولتاژ سیم‌های زمین دیگر قرار گرفته باشد . به همین علت این سیم باید حداقل ۱۰ متر از سیم های دیگر فاصله داشته باشد .

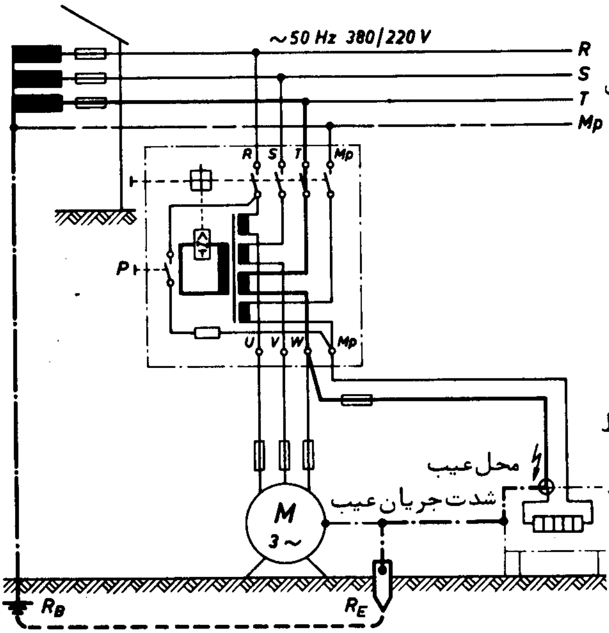
۵ . کلید FU را باید قبل از به کار انداختن دستگاه آزمایش کرد .



۴ ــ کلید محافظ برای شدت جریان عیب

این کلید دارای یک مبدل شدت جریان مجموع با هسته آهنی می‌باشد که روی سیم پیچ ثانویه یک سیم پیچ رها کننده متصل است .

در دستگاه‌هائی که بدن انسان نتواند باعث اتصال زمین و بدنه دستگاه شود میدان‌های مغناطیسی سیم‌های هادی ، و جریان مبدل همدیگر را خنثی میکنند و در سیم پیچ ثانویه مبدل هیچ ولتاژی القاء نمیشود . ولی هرگاه به وسیله بدن انسان بین دستگاه و زمین جریان عیب بوجود آید ، در بوبین ثانویه مبدل ، باعث یک ولتاژ می‌شود و رله جذب می کند و در نتیجه تمام پل‌های مدار قطع میشود .



راهنمائی‌هائی برای نصب

۱ . تمام دستگاه‌ها را باید به زمین متصل کرد .

۲ . مقاومت سیم زمین نباید از

$$R_E = \frac{65}{I_{FN}};\ [R_E] = \frac{V}{A} = \Omega$$

یا

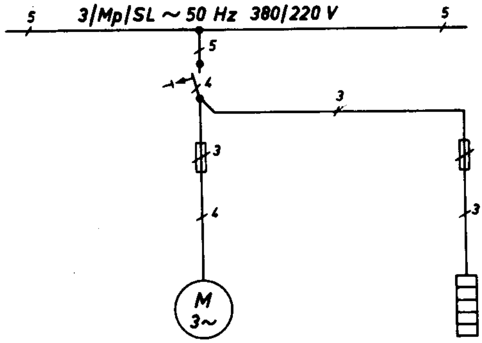
$$R_E = \frac{24}{I_{FN}};\ [R_E] = \frac{V}{A} = \Omega$$

بیشتر باشد .

I_{FN} = جریان عیب اسمی کلید محافظ

۳ . سیم میانی هم باید از داخل کلید عبور کند .

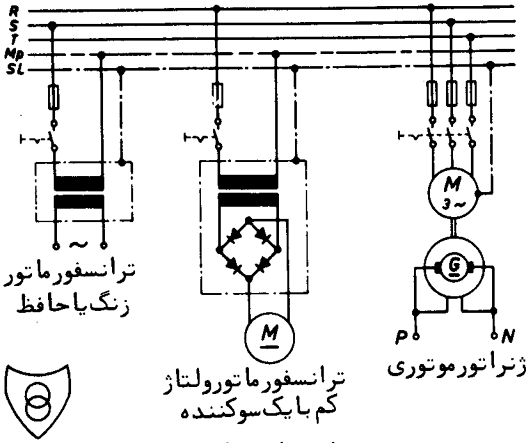
۴ . کلید FI را قبل از بکار انداختن دستگاه باید امتحان کرد .



نمایش اتصال خلاصه یک پلی

۵ ـ ولتاژ کم

این متد حفاظتی برای ولتاژ کم‌تر و مساوی ۴۲ ولت می‌باشد . معمولا ولتاژ کم را از مبدل زنگ و حفاظتی می‌گیرند . بندرت از پیل‌ها و المان‌های گالوانی و مولدها به عنوان مولد ولتاژ کم استفاده میشود .



ترانسفورماتور زنگ یا حافظ

ترانسفورماتور ولتاژ کم با یکسوکننده

ژنراتور موتوری

علامت اختصاری یک ترانسفورماتور حافظ

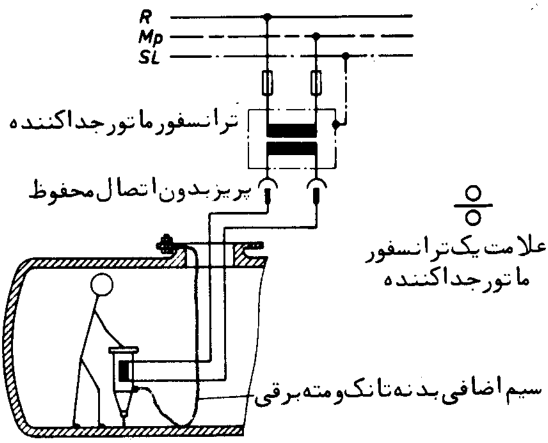
راهنمائی‌هائی برای نصب

۱. سیم‌های نصب باید برای ولتاژ ۲۵۰ ولت عایق شده باشند .
۲. دو شاخه‌های این دستگاه‌های با ولتاژ پائین باید طوری درست شده باشند که بپریزهای با ولتاژ زیاد نخورند .
۳. دستگاه‌های ولتاژ کم باید بدون محل اتصال سیم حفاظتی باشند.
۴. مدارها در طرف ولتاژ کم نباید به زمین وصل شوند و هم چنین نباید با دستگاه‌های ولتاژ بالا به‌وسیله هادی‌ها متصل باشند .

۶ ـ حفاظت به طریقه مدار مجزا

مدار مجزا ، مدار جریان یک مصرف کننده با حداکثر تا ۳۸۰ ولت را به وسیله یک مبدل جدا یا مولد موتوری ، از شبکه برق جدا میکند .

بدین‌وسیله از اتصال وسائل کارخانه با شبکه برق که از تماس بدن انسان به‌وجود می‌آید جلوگیری می‌شود . حفاظت به‌طریقه مدار مجزا فقط موقعی موثر است که در مدار ثانویه مبدل اتصال به‌زمین وجود نداشته باشد . و این طریقه فقط برای ولتاژهای کمتر از ۵۰۰ ولت مجاز می‌باشد .



ترانسفورماتور جداکننده

پریز بدون اتصال محفوظ

علامت یک ترانسفورماتور جداکننده

سیم اضافی بدنه تانک و مته برقی

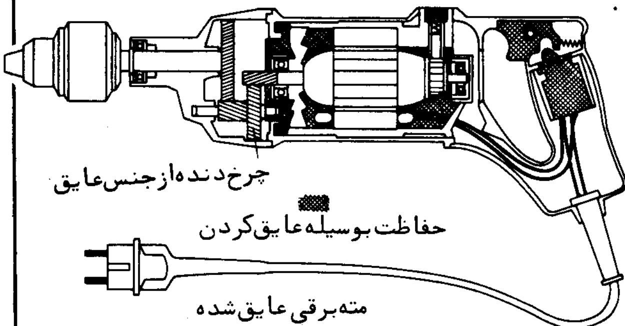
راهنمائی‌هائی برای نصب

۱. فقط مصرف کننده‌های با حداکثر ۱۰ آمپر شدت جریان اسمی ، مجاز هستند به یک پریز ثابت بدون کنتاکت محفوظ وصل شوند .
۲. سیم‌های متحرک باید حد اقل شرایط سیم نوع NMH دارا باشند.
۳. بدنه مبدلهای ثابت باید دارای یک محل اتصال به سیم حفاظتی باشند .
۴. درطرف مدار ثانوی مجاز نیستیم آنرا به زمین اتصال دهیم .
۵. در مواقع کار در داخل تانک‌های بزرگ باید مبدل خارج از تانک باشد .

۷ ــ حفاظت و عایق کردن محل نصب

برای حفاظت بطریقه عایق کردن تمام قسمت‌های هادی که در موقع اتصال کوتاه میتوانند ولتاژ بخود بگیرند باید بوسیله مواد عایق کننده پوشانده شوند و یا بوسیله تکه‌های ثابت کارگذاشته شده ، از قسمت‌های دارای ولتاژ جدا بشوند .

عایق کردن محل نصب دستگاه یک متد حفاظتی است که فقط برای دستگاه‌های ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد . برای این کار باید کف زمین و تمام وسائل هادی که با زمین برخورد دارند با وسائل عایق پوشانده شوند .



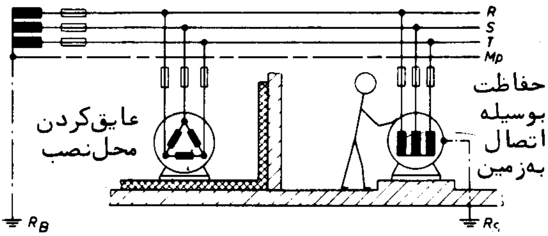
راهنمائی‌هائی برای نصب

۱ . دستگاه‌هائی که بوسیله عایقکاری حفاظت شده‌اند باید این علامت را داشته باشند .

۲ . سیم دستگاه‌های متحرک باید بدون سیم حفاظتی باشند ، ولی دوشاخه آن‌ها باید دارای زبانه های اتصال (کنتاکت) برای ایمنی باشند .

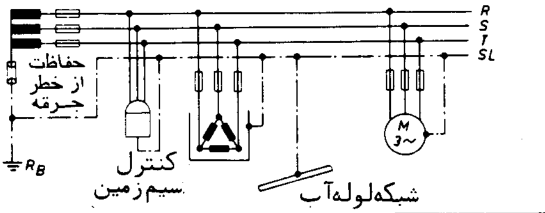
۳ . پوشش برای عایقکردن محل نصب باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که وقتی دست انسان به آن ماشین ها میرسد انسان حتما روی زمین عایق شده ایستاده باشد .

۴ . وقتی درآن محل عایق شده وسائل دیگری وجود داشته باشد باید قسمت‌های هادی همه آن‌ها بهم دیگر متصل باشند .



۸ ــ سیستم سیم حفاظتی

به وسیله متصل کردن قسمت‌های مختلف هادی یک محوطه که می‌خواهیم آن‌ها را حفظ کنیم ، باید مانع از آن بشویم که ولتاژهای زیاد بوسیله تماس با آن‌ها بوجود آید . این قسمت‌ها می توانند سیم‌های لوله‌ای ، قسمت‌های فلزی خود ساختمان و دستگاه‌های داخل آن ساختمان و نظیر این‌ها باشند . این قسمت‌ها بوسیله یک سیم مشترک حفاظتی به‌زمین متصل می‌شوند و مقاومت سیم زمین هم باید حداکثر ۲۰ اهم باشد . برای کنترل وضع سیمها از نظر عایق بودن باید یک سیستم کنترل دائمی وجود داشته باشد . این سیستم معمولا در کارخانه‌ها مورد استفاده قرار میگیرد .



راهنمائی‌هائی برای نصب

۱ . سیم‌ها و همچنین سیم میانی Mp نباید به زمین متصل باشند .

۲ . سیستم سیم‌حفاظتی فقط درجائی مجاز است که تولید برق در خود آن کارخانه یا محوطه باشد

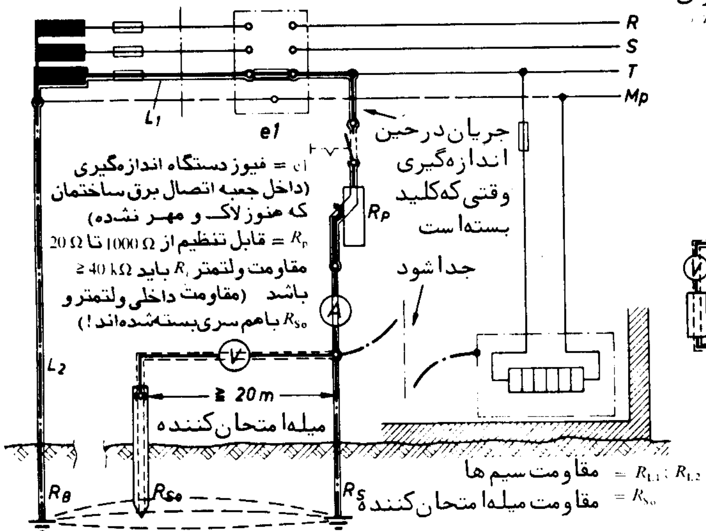
۱ – سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۱۵۰۱ – امتحان سیم حفاظتی بطریقه سیم زمین

قسمت‌های حفاظتی را باید طبق استاندارد ۰۱۰۰ وی‌دی‌ا قبل از به کار انداختن دستگاه‌های اصلی امتحان کرد . این امتحان عبارت است از بازدید دقیق آن قسمت‌ها و اندازه‌گیری آن‌ها از نظر موثر بودنشان در صورت بوجود آمدن عیب در مدار یا دستگاه .

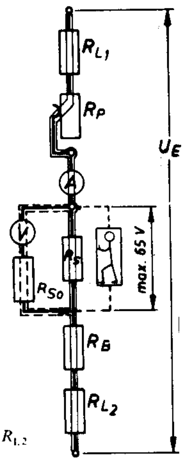
۱ – بازدید دستگاه

مطالبی که باید مشخص شوند :
۱ . آیا اندازه‌های سیم‌های خارج و فیوزهای جریان برق درست می‌باشند ؟
۲ . سطح مقطع سیم حافظ و سیم زمین صحیح انتخاب شده‌اند ؟
۳ . آیا سیم حافظ درست مشخص شده (سبز – زرد) ؟
۴ . آیا سیم حافظ در سرتاسر مسیر خود با سیم دارای جریان برق تماس ندارد ؟
۵ . آیا سیم حافظ به تمام قسمت‌های هادی دستگاه متصل میباشد و اتصال آنها مطمئن و خوب است ؟ (برای مثال پریز و دوشاخه) .

۲ – تشخیص تاثیر سیم زمین بوسیله اندازه‌گیری مقاومت سیم زمین



مدار اتصال خلاصه برای وسائل اندازه‌گیری



ابتداء باید سیمی را که میخواهیم امتحان کنیم قطع کرده از یک آمپر متر ومقاومت قابل تنظیم که پشت فیوز قرار دارد گذرانده و به یک سیم خارجی که به زمین متصل نیست وصل کنیم . بعد یک ولت متر بین سیم زمین و میله امتحان کننده قرار داد . این میله از سیم زمین ۲۰متر فاصله باید داشته باشد .

$$R_s' = \frac{U \text{ معیار شده}}{I \text{ اندازه‌گیری‌شده}}$$

بوسیله‌شدت‌جریان I و ولتاژ U که‌بدین‌ترتیب اندازه گیری میشوند میتوان مقاومت Rs را حساب کرد

چون نزدیک‌ترین فیوز در موقع اتصالی و یا عیب دیگر مدار باید آن را قطع کند پس Rs نباید بزرگ‌تر از $R_s\ \frac{65\ V}{I_n \cdot k}$ (In= شدت جریان قطع فیوز ، k = فاکتور رها سازی) باشد . بر حسب VDE ۰۱۰۰/۱۲۰۶۵ جدول N/۹ .

تاثیر سیم زمین را نیز می‌توان از اندازه‌گیری مقاومت حلقه تعین کرد .
(طریقه اندازه‌گیری آن مثل صفحه قبل می‌باشد) .

۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۱۵۰۱ ـ امتحان سیستم حفاظتی بوسیله نول کردن

۱ ـ بازدید از دستگاه

برای این‌کار نکات زیر را باید در نظر داشت :

۱ . آیا اندازه سیم‌های خارجی و فیوزها طبق دستورات جدول انتخاب شده‌اند ؟

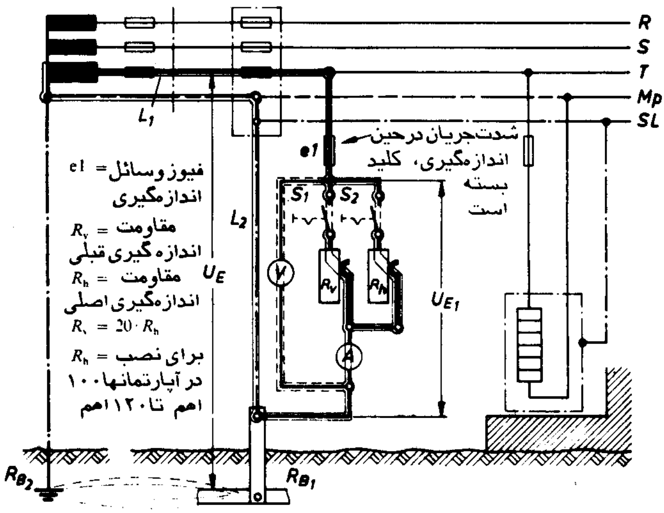
۲ . آیا سطح مقطع سیم‌های نول ، سیم زمین وسیم‌های دیگر حفاظتی درست انتخاب شده‌اند ؟ درحالتی که سیم زمین بلوله‌های آب متصل میشود آیا سیمیکه ازروی کنتور آب اتصال کوتاه درست شده باسطح مقطع صحیح انتخاب گردیده؟ (برای سیم مسی حداقل ۱۶ میلیمترمربع) .

۳ . آیا سیم نول و سیم حفاظتی به‌وسیله رنگ‌های درست مشخص شده‌اند (سبز ـ زرد) ؟

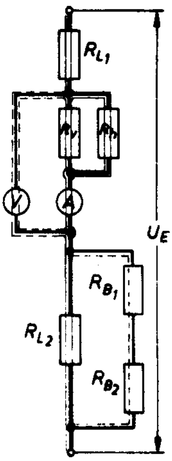
۴ . آیا سیم نول کاملا مطمئن میباشد ؟

۵ . آیا سیم حفاظتی با سیم‌های دیگر دارای ولتاژ در تماس نمیباشد ؟

۶ . آیا سیم حفاظتی بتمام قسمتهای دستگاه متصل میباشد واتصال آنها درست و دقیق است ؟

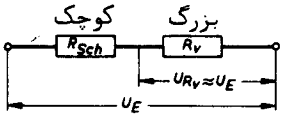


مدارهای‌خلاصه‌برای وسائل‌اندازه‌گیری



۲ ـ تشخیص تاثیر سیم نول برای اندازه‌گیری شدت جریان در موقع اتصال کوتاه

با اندازه‌گیری شدت جریان اصلی ، شرط اول با نول کردن (مقاومت خیلی کم‌حلقه) مشخص می شود . ابتداء کلید S_1 و S_2 را باز میکنیم . ولت‌متر ولتاژ خارجی را نسبت به‌زمین U_E نشان می‌دهد . حالا کلید S_1 را می‌بندیم . با این‌کار مقاومت R_v روی U_E می‌افتد . اگر ولتاژ اندازه گیری شده U_{Rv} زیاد و ولتاژ U_E کم نباشد ، ثابت میشود که مقاومت حلقه R_{Sch} کوچکتر از مقاومت R_v است .



مدارخلاصه‌شده

شدت جریان I که حالا برقرار است وهمچنین ولتاژ روی مقاومت $R_h // R_v$ را اندازه‌گیری میکنیم . حالا مقاومت R_h را به‌آن‌ها اضافه کرده و با این کار مقاومت حاصل $R_h // R_v$ خیلی کم‌تر می‌شود .

از اندازه‌هائی که حالا بدست آورده‌ایم میتوانیم مقاومت حلقه را حساب کنیم .

$$R_{Sch} = \frac{U_E - U_{E1}}{I}$$

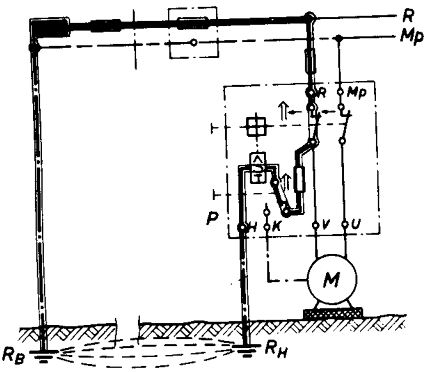
شدت جریان اتصالی عبارت است از :

$$I_k = I \cdot \frac{U_E}{U_E - U_{E1}}$$

۱ـ بازدید از دستگاه

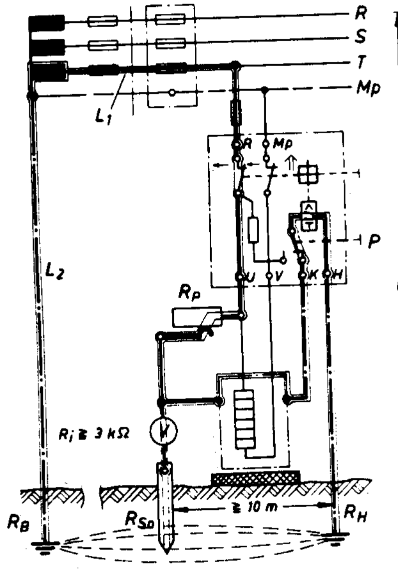
۱ . سطح مقطع سیم‌های زمین و سیم‌های حفاظتی بازدید شوند .
۲ . رنگ‌های مشخص‌کننده سیم‌ها بازدید شوند (سیم‌های حفاظتی سبز ـ زرد) .
۳ . سیم‌های حفاظتی باید فاقد ولتاژ باشند .
۴ . امتحان شودکه سیم حفاظتی هیچ رابطه‌ای با سیم‌های دیگر زمین نداشته باشد ، اگر این اتصال وجود داشته باشد از بوبین FU یک پل الکتریکی میگذرد .
۵ . ولتاژ اسمی سیستم امتحانی کلید FU آزمایش شود .
۶ . محل اتصال سیمهای حفاظتی بازدید شوند که‌آیا آنها بادقت ودرست بسته شده‌اند یانه؟

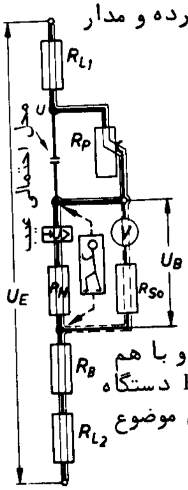
۲ـ امتحان طرزکار دستگاه



۱ . امتحان طرزکار مکانیکی والکتریکی کلید FU . با فشار دادن تکمه امتحان ، از یک مقاومت در مدار آزمایش، یک ولتاژ روی کلید FU می افتد . با این‌کار کلید باید مدار را قطع کند . بوسیله این آزمایش فقط‌آمادگی کلید را از نظر الکتریکی و مکانیکی مشخص کرده‌ایم .

۲ . اندازه‌گیری ولتاژ لازم برای عمل کلید FU . بدنه دستگاهی را که به وسیله کلید FU باید محافظت شود بیک مقاومت قابل تنظیم و از آن‌جا به یک سیم خارجی که به زمین اتصال نداشته باشد وصل میکنیم . باکم کردن مقاومت ذکرشده وولتاژ بین بدنه دستگاه ومیله آزمایش را مشاهده می‌کنیم . کلید FU باید قبل از این‌که این ولتاژ به ۶۵ برسد عمل کرده و مدار را قطع کند .

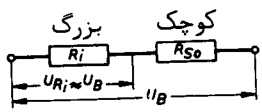




در باره مدار اتصال خلاصه

$R_{L1}; R_{L2}$ = مقاومتهای سیمها
R_{So} = مقاومت‌میله‌آزمایش‌درداخل‌زمین
R_p = مقاومت آزمایش

مقاومت R_{So} با ولت‌متر سری بسته شده و با هم روی U_B قرار دارند . وقتی مقاومت R_i دستگاه اندازه‌گیری درمقابل R_{So} بزرگ‌باشد این موضوع هیچ اشکالی نخواهد داشت .



مدار اتصال خلاصه‌برای وسائل آزمایش

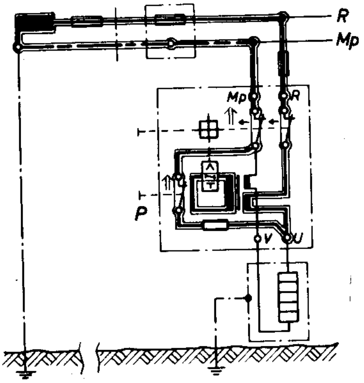
۱ – سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۲۰۱۶۰۱ – امتحان سیستم حفاظتی (کلید FI)

۱ – بازدید از دستگاه

۱. بازدید از سطح مقطع سیم های حفاظتی و سیم زمین
۲. بازدید از رنگ‌های مشخص کننده سیم ها .
۳. بازدید از این‌که آیا سیم های حفاظتی فاقد ولتاژ هستند یا نه .
۴. آیا محل اتصال سیم های حفاظتی بدقت و صحیح درست شده یا نه؟

۲ – امتحان طرز کار دستگاه

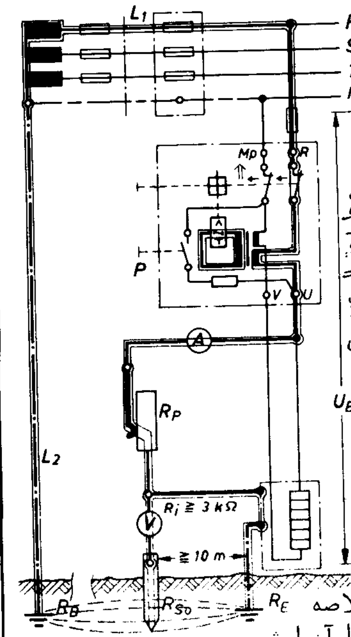
۱. امتحان طرز کار کلید FI از نظر مکانیکی و الکتریکی .

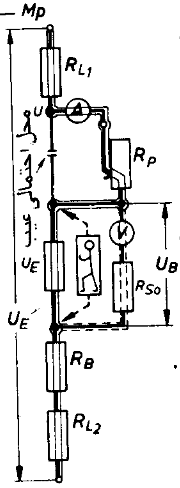


بافشار دادن تکمه‌آزمایش از مبدل‌جریان مجموع شدت‌جریانی عبور میکند (R بوبین مبدل‌جریان مجموع ـ مقاومت‌محافظ ـ تکمه‌کلید آزمایش Mp) کلید باید عمل کند. با این امتحان مشخص می شود که کلید از نظر الکتریکی و مکانیکی آماده‌به کار میباشد .

۲. اندازه‌گیری شدت جریان لازم برای این که کلید عمل کند وولتاژ تماس. بعد از آمپر متر و یک مقاومت قابل تنظیم ، یک نقطه را به طور مصنوعی اتصال کوتاه می‌دهیم (به‌عنوان محل عیب) .

مقاومت Rp باید طوری تنظیم شده‌باشد که‌جریان عیب کمتر از شدت جریان کلید I_{FN} باشد . در این حالت باید ولتاژ تماس مابین بدنه دستگاه و میله آزمایش خیلی کمتر از ۶۵ ولت باشد .
حالا مقاومت R_P را کم میکنیم . در اینحالت باید جریان I_{FN} عبورکند و کلید FI قبل از آن که ولتار بدنه به ۶۵ ولت برسد عمل کند .
I_{FN} = جریان لازم برای آنکه کلید عمل کند





مدار اتصال خلاصه شده‌برای‌وسائل آزمایش

بجای اندازه‌گیری شدت جریان I_{FN} وولتاژ تماس برای تشخیص تاثیر کلید FI میتوان ازاندازه گیری مقاومت سیم زمین همانطوری که در مبحث سیستم حفاظت به‌وسیله سیم زمین صفحه ۲۳ گفته‌شد استفاده کرد . دراینصورت باید مقاومت برابر باشد با :

$$R_E = \frac{U_B}{I_{FN}}$$

(بصفحه ۲۶ نیز مراجعه شود).

برای‌آنکه در نتیجه آزمایش اشتباهی نشود باید باید مقاومت داخلی ولتمتر در این آزمایش نیز زیاد باشد .

۱ ـ سیم‌ها ، دستگاه‌ها ، قسمت‌های حفاظتی
۱۰۱۷۰۱ ـ سطح مقطع سیم‌های میانی و حفاظتی

سطح مقطع‌های موثر برای سیم حفاظتی برحسب وی‌دا ۰۱۰۰/۱۲۰۶۵

سیم خارجی mm²	سیم حفاظتی عایق: سیم‌های فشار قوی mm²	سیم حفاظتی عایق: سیم ۴ـ هادی 0,6/1 kV mm²	سیم‌های حفاظتی مسی لخت: حفاظت شده mm²	سیم‌های حفاظتی مسی لخت: حفاظت نشده mm²
0,5	0,5	—	—	—
0,75	0,75	—	—	—
1	1	—	—	—
1,5	1,5	1,5	1,5	4
2,5	2,5	2,5	1,5	4
4	4	4	2,5	4
6	6	6	4	4
10	10	10	6	6
16	16	16	10	10
25	16	16	16	16
35	16	16	16	16
50	25	25	25	25
70	35	35	35	35
95	50	50	50	50
120	70	70	50	50
150	70	70	50	50
185	95	95	50	50
240	—	120	50	50
300	—	150	50	50
400	—	185	50	50

سطح مقطع سیم‌های میانی ، جنس سیم مثل سیم خارجی

سیم خارجی mm²	سیم میانی: سیم‌ها ، کابل‌ها mm²	سیم میانی: سیم‌های آزاد در هوا mm²
1,5	1,5	—
2,5	2,5	—
4	4	4
6	6	6
10	10	10
16	16	16
25	16	25
35	16	35
50	25	50
70	35	50
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

میانگین مقاومت مخصوص زمین

نوع زمین	زمین پراز سنگ	شن وماسه خشک	شن مرطوب	ماسه مرطوب	زمینهای رست و شخم‌زده شده	زمین باطلاقی
مقاومت مخصوص $[\rho] = \frac{\Omega \cdot m^2}{m} = \Omega \cdot m$	3000	1000	500	200	100	30

مقاومت انتشار برای مقاومت مخصوص $\rho_1 = 100\,\Omega \cdot m$

نوع‌زمین	ورقه عمودی ، ضلع بالائی تقریبا بعمق یکمتر داخل زمین		طول میله یا لوله				طول نوار یاسیم			
	1 m × 1 m	0,5 m × 1 m	5 m	3 m	2 m	1 m	100 m	50 m	25 m	10 m
مقاومت انتشار برحسب Ω	25	35	20	30	40	70	3	5	10	20

اهم حداقل سطح مقطع برای سیم زمین

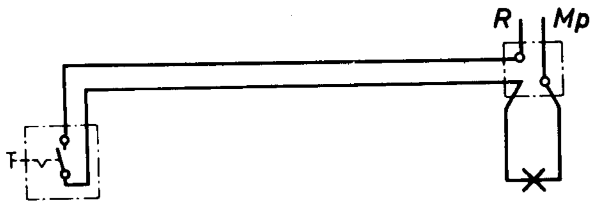
نوع سیم زمین	جنس		
	مس	فولادی با روپوش مسی	فولادی نیکل‌کاری شده
اتصال زمین نوار	نوار مسی $50\ mm^2$ حداقل ضخامت $2\ mm$ سیم بوکسل $35\ mm^2$	$50\ mm^2$	فولاد نواری $100\ mm^2$ حداقل کلفتی $3\ mm$ سیم بوکسل $95\ mm^2$
میله اتصال زمین	لوله مسی 30 × 3 mm	فولاد باقطر 15 mm روپوش مسی 2,5 mm (ضخامت) ـ	لوله‌هادی "1 فولاد ∟ 65·65·7 فولاد U 6½ فولاد T T6 فولاد بشکل صلیب 50·3 ویا نظایر آن
اتصال زمین ورقه	ورقه مسی 2 mm	ـــ	ورقه فولادی 3 mm

۲ـ مدارهای روشنائی
۲.۱.۱ ـ قطع کردن‌ها (حالت‌های کلید)

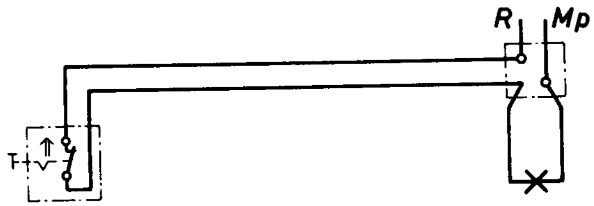
در یک قطع کردن دو حالت اتصال وجود دارد ، "باز" یا "بسته" قطع کردن یک قطبی یا دو قطبی می‌باشد .

مدار اتصال موثر برای قطع سازی یک قطبی

بسته

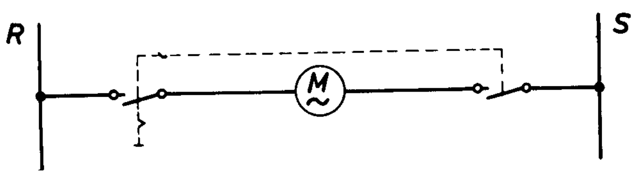


باز

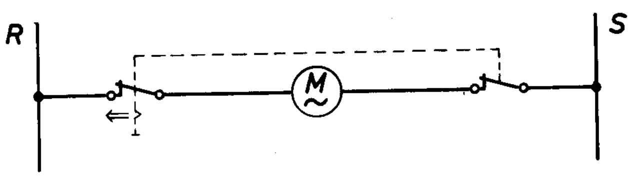


قطع سازی دو قطبی در نقشه مسیر جریان

بسته

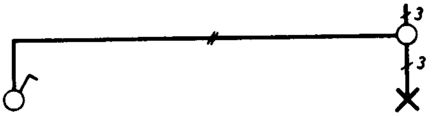


باز

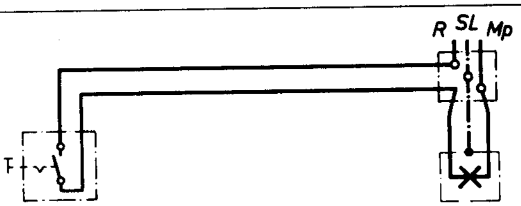


قطع کردن یک قطبی

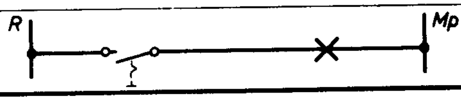
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر

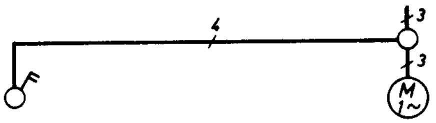


نقشه مسیر جریان

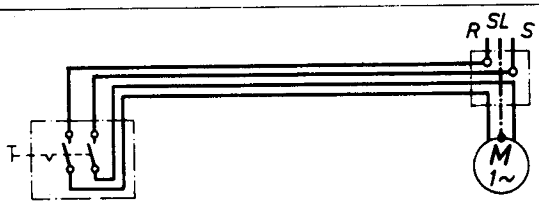


قطع کردن دو قطبی

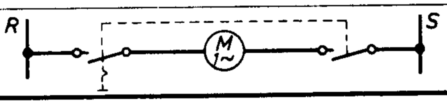
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر

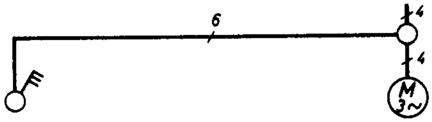


نقشه مسیر جریان

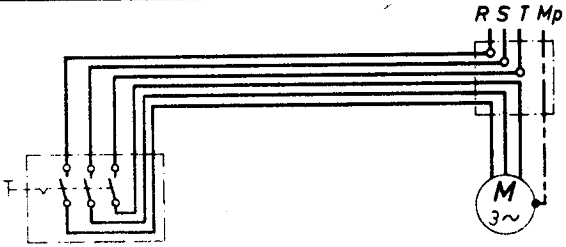


قطع کردن سه قطبی

نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر

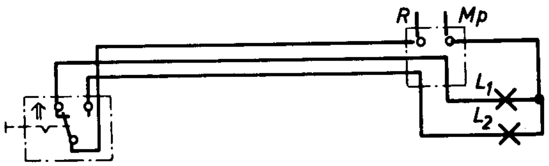


۱۰۲۰۲ ـ اتصال گروهی و سری (حالتهای اتصال)

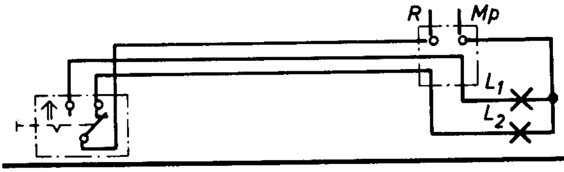
اتصال گروهی: دو دستگاه و یا دو گروه دستگاه می‌توانند فقط جدا از هم متصل شوند.

اتصال سری: دو دستگاه و یا دو گروه دستگاه می‌توانند با هم و یا جدا از هم متصل شوند.

اتصال گروهی در مدار اتصال مؤثر

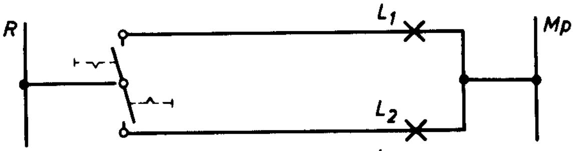


"بسته" برای L_1

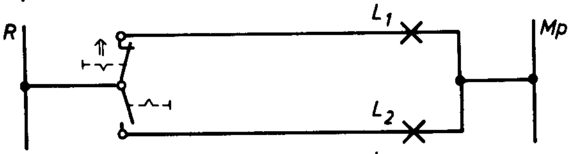


"بسته" برای L_2

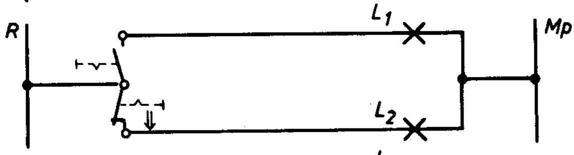
اتصال سری در نقشه مسیر جریان



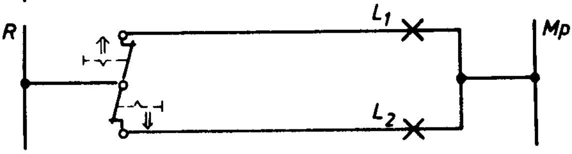
"باز"



"بسته" برای L_1



"بسته" برای L_2

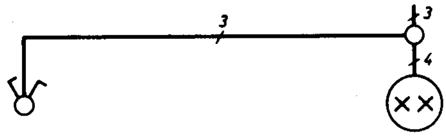


"بسته" برای L_1 و L_2

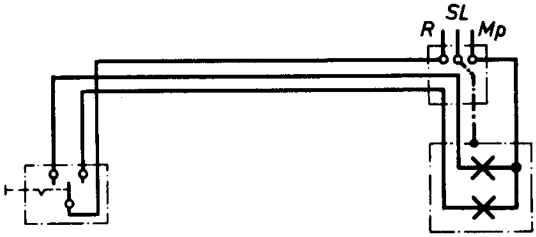
۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۲۰۲ ـ اتصال گروهی و سری

اتصال گروهی

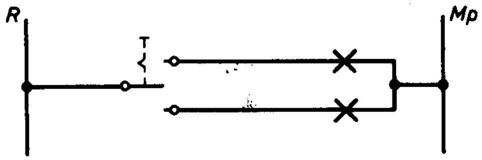
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر

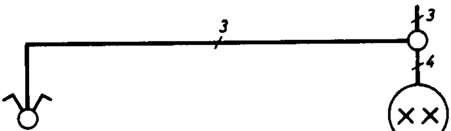


نقشه مسیر جریان

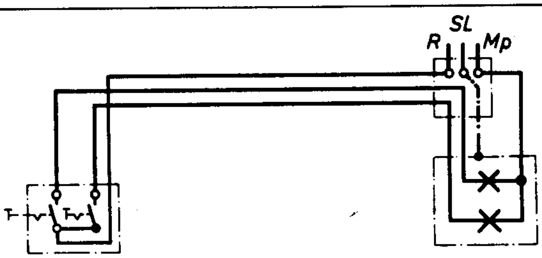


اتصال سری

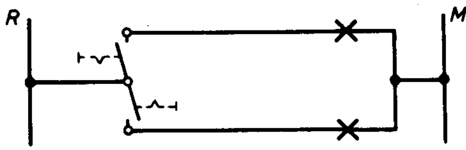
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر



نقشه مسیر جریان

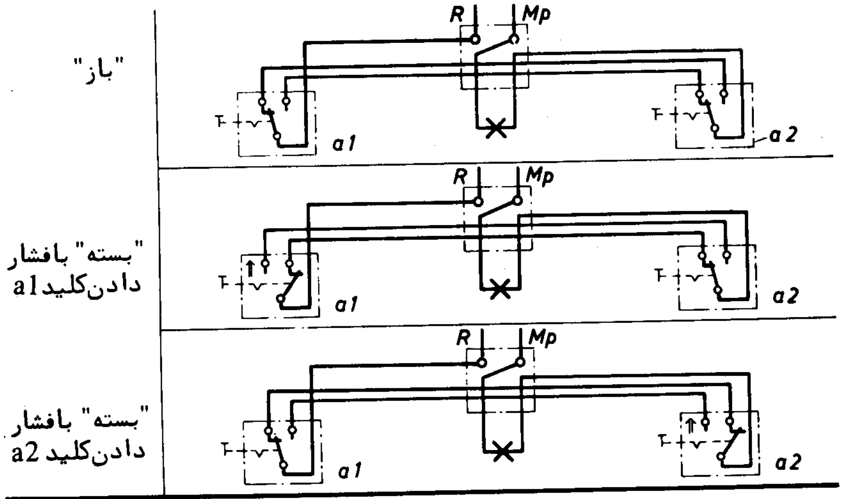


۲ ــ مدارهای روشنائی
۱۰۳۰۲ ــ اتصال تبدیل (حالتهای اتصال)

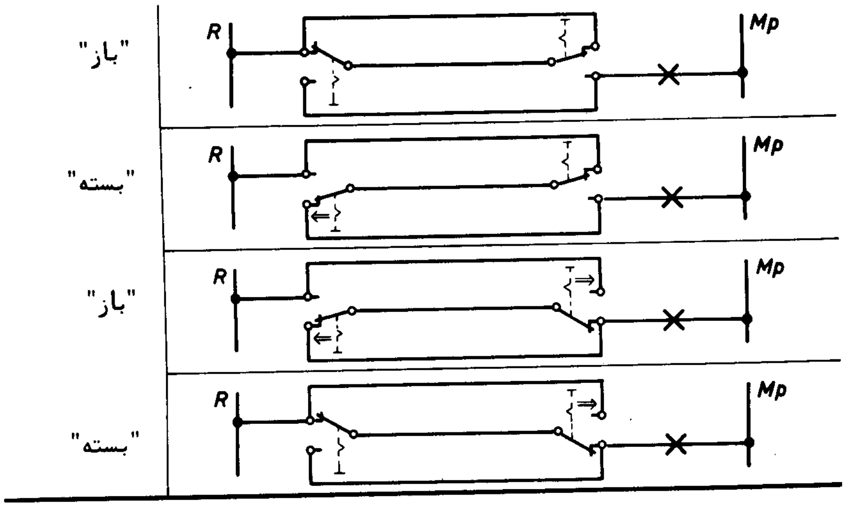
از دو نقطه اتصال می‌توان بطور دلخواه مدار را باز کرد یا بست.

برای مدار اتصالی تعویضی با صرفه موقعی امکان توسعه مدار (اضافه کردن پریزها) هست که فقط یک سیم بآن مدار اضافه شود. عیب این مدار در اینجا است که بعلت طولانی شدن سیم مقاومت مدار زیاد می‌شود.

مدار اتصالی تعویضی در مدار مؤثر



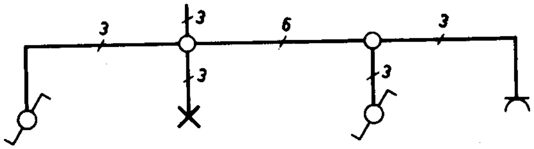
مدار اتصالی تعویضی با صرفه در نقشه مسیر جریان



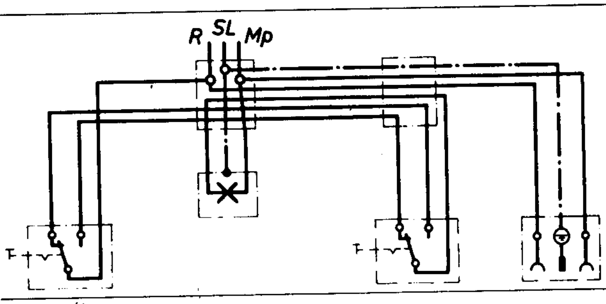
۲ ــ مدارهای روشنائی
۲۰۳۰۲ ــ مدارهای اتصال تبدیل

مدار اتصال تعویضی

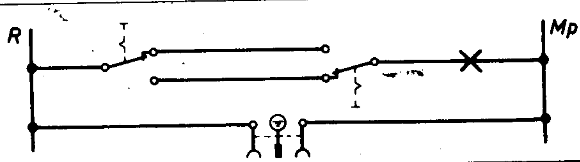
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر

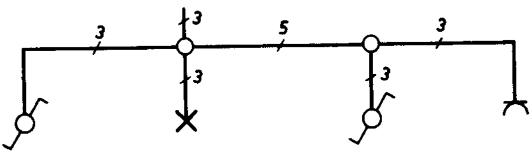


نقشه مسیر جریان

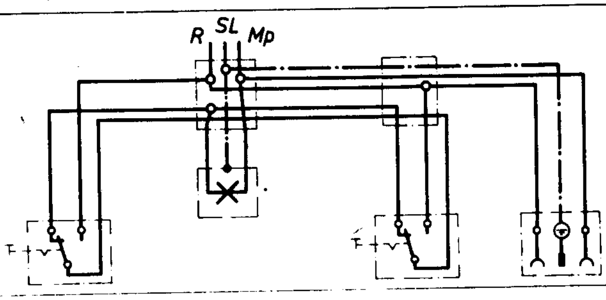


مدار اتصال تعوضی با صرفه

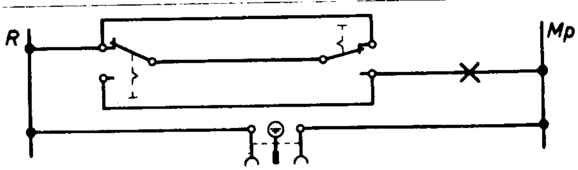
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر



نقشه مسیر جریان



۲ ـ مدارهای روشنائی
۱۰۴۰۲ ـ اتصال صلیبی (حالتهای اتصال)

از نقاط مختلف (به تعداد دلخواه) می‌توان قطع و وصل کرد.

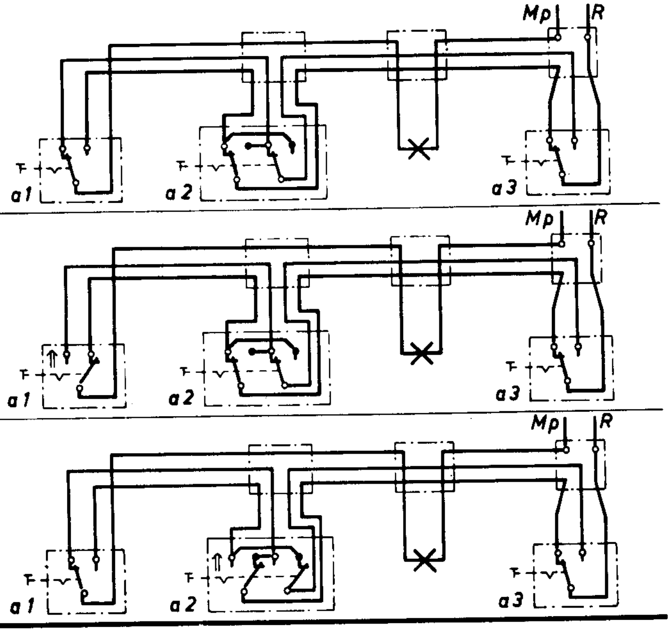
به عنوان اولین و آخرین کلید می‌توان از کلیدهای تعویضی و یا صلیبی استفاده نمود.

چند حالت مختلف اتصال در مدار اتصال مؤثر

"باز"

"بسته" بافشار دادن کلید a1

"بسته" بافشار دادن کلید a2

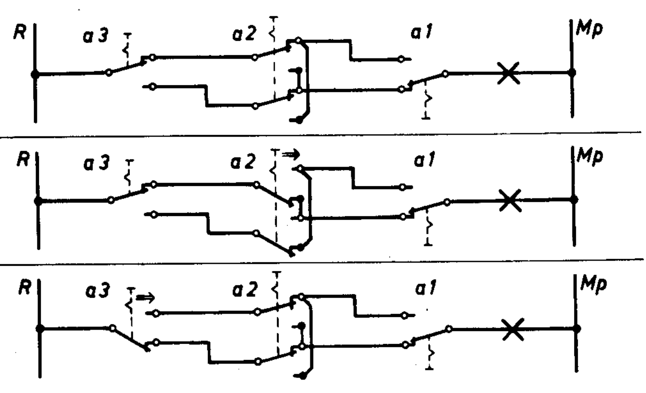


چند حالت مختلف اتصال در نقشه مسیر جریان

"باز"

"بسته" بافشار دادن کلید a2

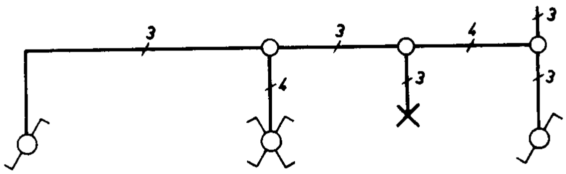
"بسته" بافشار دادن کلید a3



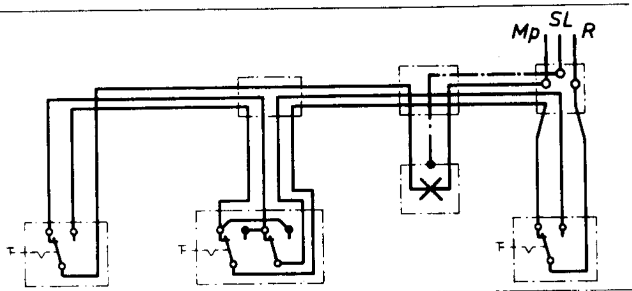
۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۴۰۲ ـ مدار اتصال صلیبی

مدار اتصال صلیبی

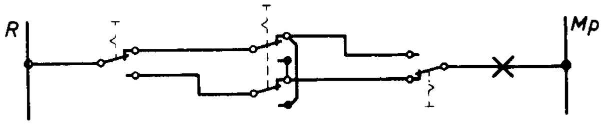
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر

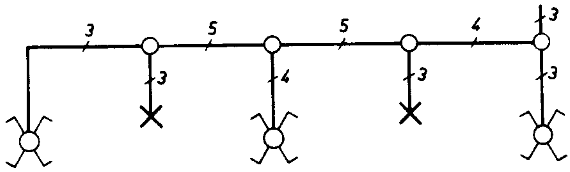


نقشه مسیر جریان

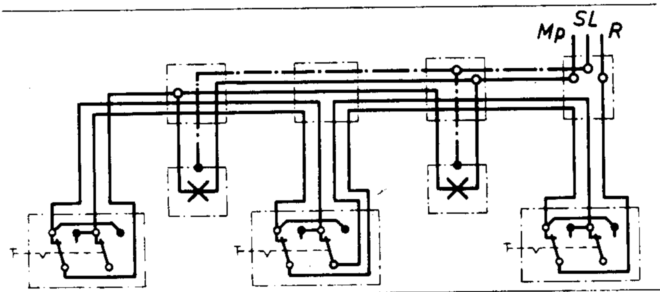


مدار اتصال صلیبی فقط دارای کلید صلیبی

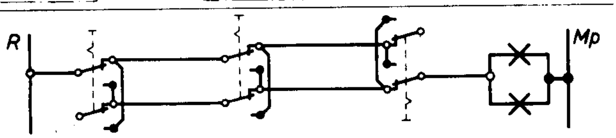
نقشه سیم کشی



مدار اتصال موثر



نقشه مسیر جریان

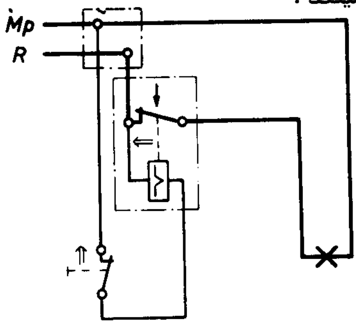


۲ ـ مدارهای روشنائی
۱۰۵۰۲ ـ کلید جهش جریان (حالتهای اتصال)

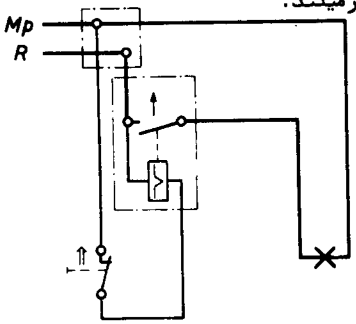
یک کلید مغناطیسی حالت اتصال را با هر جهش شدت جریان تغیر می‌دهد (بسته ـ باز)
این نیروی محرکه کوتاه (جهش شدت جریان) بوسیله یک تکمه فشاری تولید میشود .
برای بدست آوردن ولتاژ محرک می‌توان از ولتاژ شبکه برق شهر و یا از "ولتاژ کم" بنود برد .

حالت‌های اتصال در نقشه اتصال مؤثر (ولتاژ هدایت = ولتاژ شبکه)

حالت‌اتصال "بسته"
بافشاردادن‌دگمه، حالت‌اتصال‌به "باز"
تغیرمیکند .

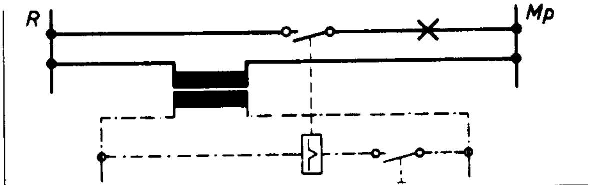


حالت‌اتصال "باز"
بافشاردادن‌دگمه، حالت‌اتصال‌به "بسته"
تغیرمیکند.

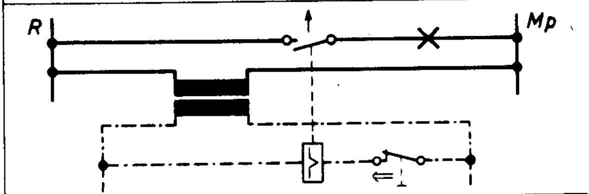


حالت‌های اتصال در نقشه مسیر جریان (ولتاژ هدایت = ولتاژ کم)

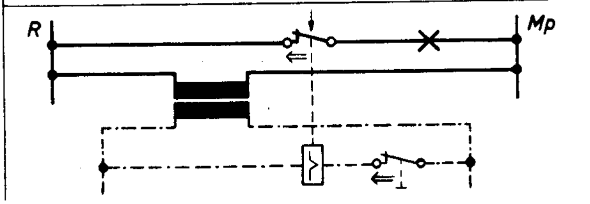
حالت اتصال "باز"



حالت اتصال "باز"
با فشار دادن تکمه به
حالت "بسته" تغیر
میکند



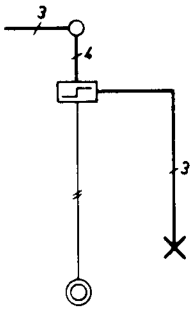
حالت اتصال "بسته"
با فشار دان تکمه به
حالت "باز" تغیــر
می‌کند



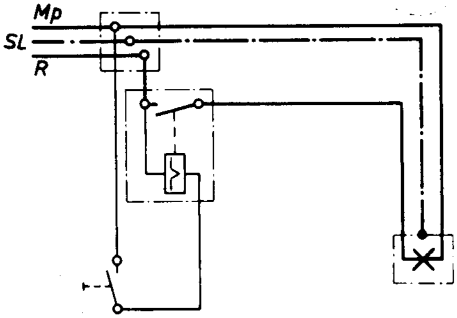
۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۵۰۲ ـ کلید جهش جریان

۱ ـ ولتاژ هدایت = ولتاژ شبکه

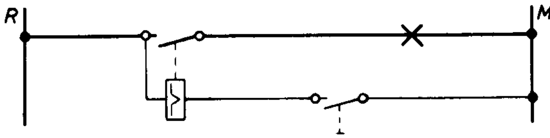
نقشه‌سیم‌کشی



نقشه‌مدار موثر

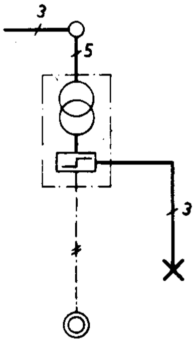


نقشه‌مسیرجریان

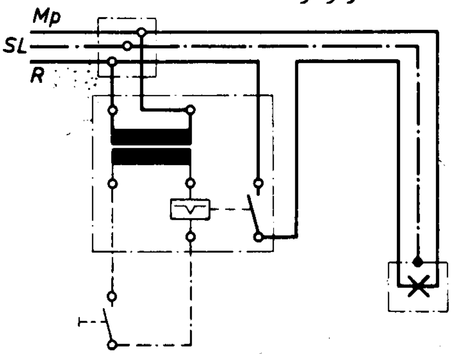


۲ ـ ولتاژ هدایت = "ولتاژ کم"

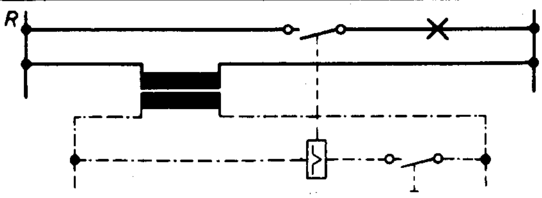
نقشه سیم کشی



نقشه‌مدار موثر



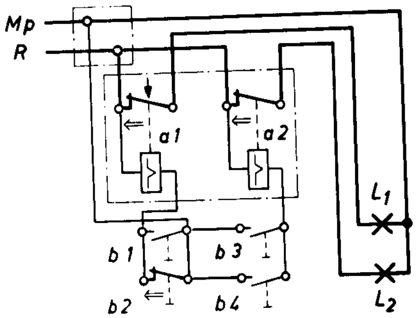
نقشه‌مسیرجریان



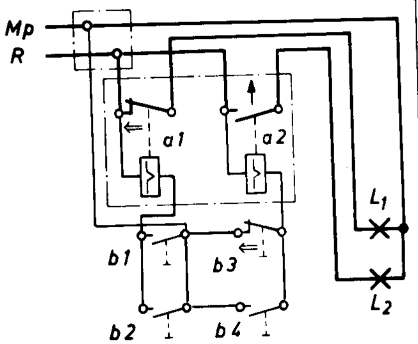
۲ – مدارهای روشنائی
۱۰۶۰۲ – اتصال تبدیل سری (حالتهای اتصال)

از دو نقطه می‌توان دو دسته دستگاه را به دلخواه تکی و یا گروهی با هم اتصال داد.

با فشار دادن تکمه b2 حالت اتصال کلید a1 از "بسته" به "باز" تغیر میکند.

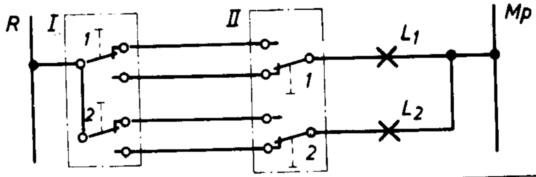


با فشار دادن تکمه b3 حالت اتصال کلید a2 از "باز" به "بسته" تغیر میکند.

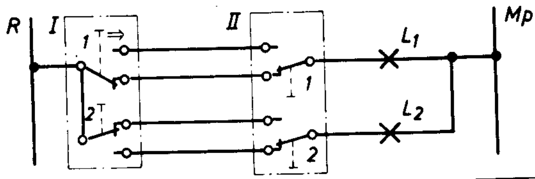


حالت‌های اتصال در نقشه مسیر جریان با کلیدها

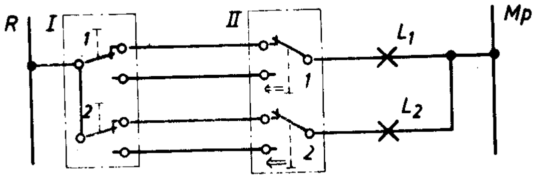
"باز"



بافشارداده‌کلید L1 حالت I.1 "بسته" میشود



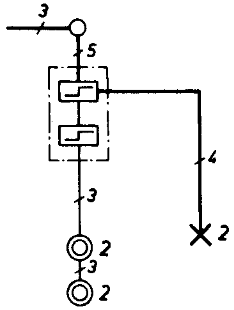
بافشاردادن‌کلیدII.1و II.2 حالتL1وL2"بسته" میشود



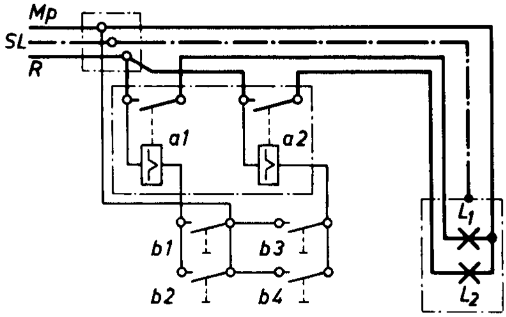
۲ ــ مدارهای روشنائی
۲۰۶۰۲ ــ اتصال تبدیل سری

۱ ــ با کلید جهش جریان

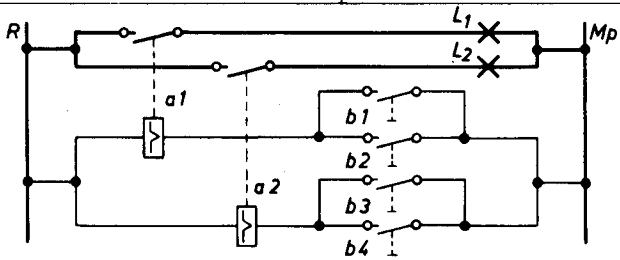
نقشه‌سیم‌کشی



نقشه‌مدار موثر

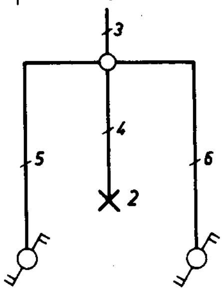


نقشه‌مسیرجریان

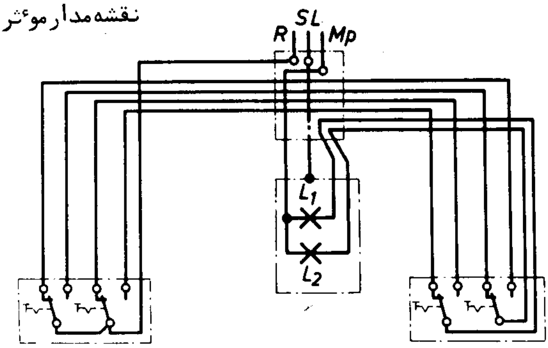


۲ ــ با کلید برگشت

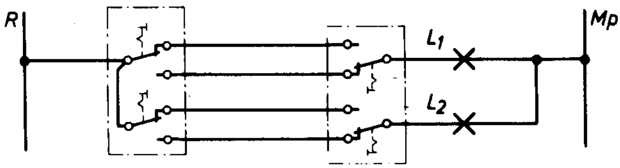
نقشه‌سیم‌کشی



نقشه‌مدار موثر



نقشه‌مسیرجریان

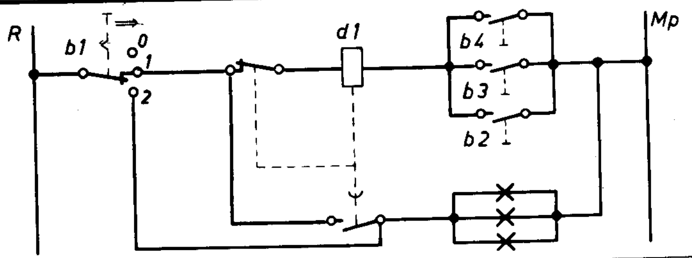


۲ – مدارهای روشنائی

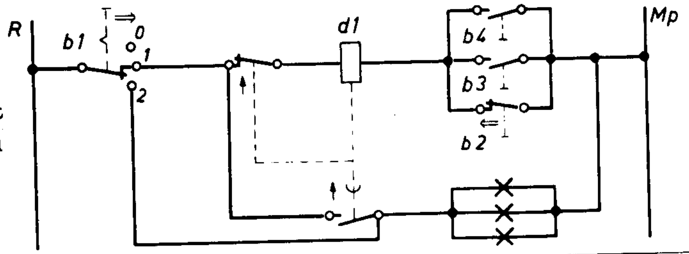
۲ ۰ ۷ ۰ ۱ – روشنائی خودکار راه پله‌ها (حالت‌های اتصال)

دستگاه خودکار راه پله‌ها بنام "رله" به‌وسیله یک ضربه شدت جریان شروع بکار می‌کند . به وسیله یک سیستم تاخیری تمام لامپها روشن میشوند وبعد از یک زمان (قابل تنظیم) معین دوباره خود بخود لامپ‌ها خاموش می‌شوند .

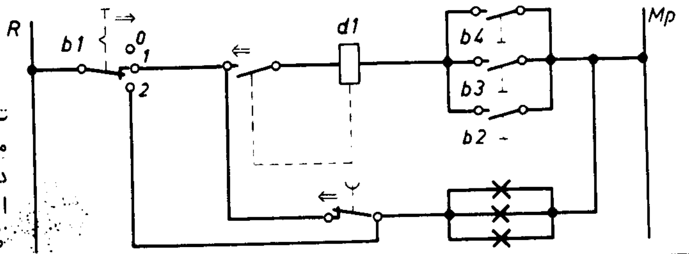
حالت مدار در شب (مواقع خواب)
"باز"



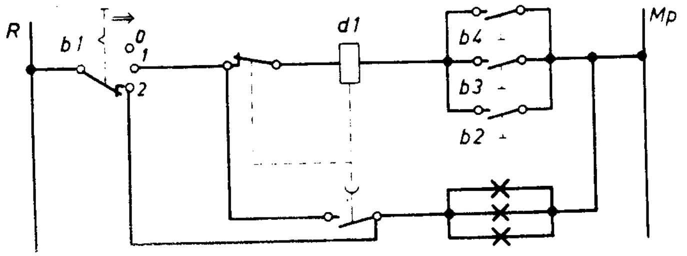
حالت مدار در شب
تکمه b2 بسته ، بوبین d1 وصل میکند



حالت مدار در شب
تکمه b2 دوباره "باز" میشود . برای مدت ۳ دقیقه مدار لامپ بسته است و مدار تکمه باز میشود .

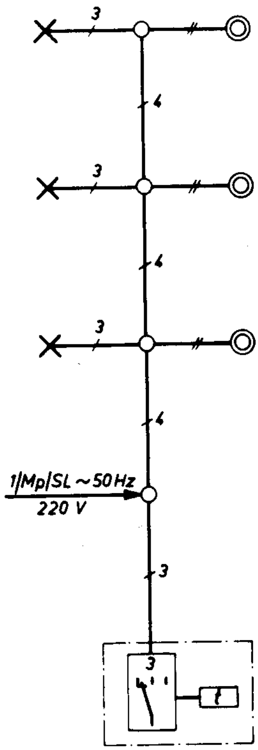


حالت مدار در اوائل
شب (که در راه‌پله‌ها عبور و مرور زیاد است) وقتی کلید b1 روی حالت ۲ باشد مدار لامپ دائما بسته است و تمام لامپ‌ها روشن میباشند.

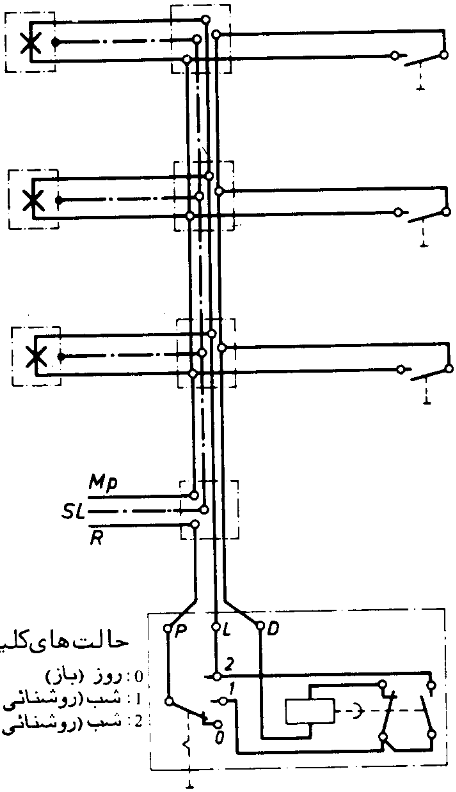


۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۷۰۲ ـ روشنائی خودکار راه پله‌ها

نقشه‌سیم‌کشی



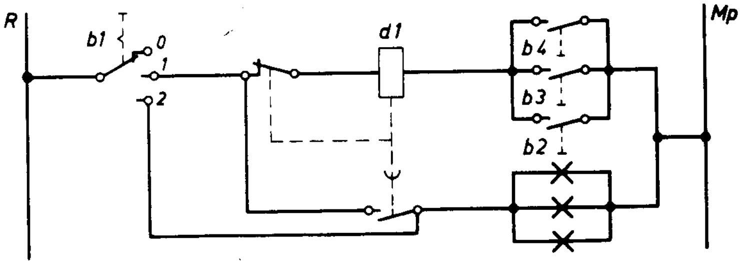
نقشه‌مدار موثر



حالت‌های کلید

0 : روز (باز)
1 : شب (روشنائی موقت)
2 : شب (روشنائی دائم)

نقشه‌مسیرجریان

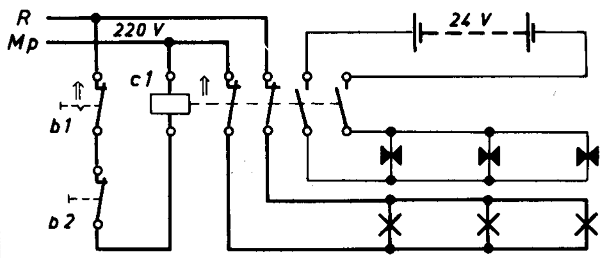


۲ – مدارهای روشنائی
۱۰۸۰۲ – دستگاه روشنائی اضطراری

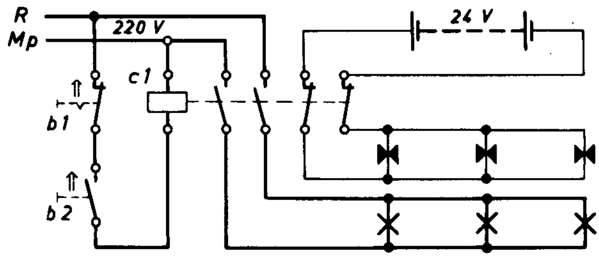
در مواقع خاموشی (از کار افتادن برق شهر) لامپ‌ها بوسیله کلید c1 خود به‌خود به‌یک منبع برق دیگری که برای این‌گونه مواقع در نظر گرفته شده وصل میشود. به‌وسیله تکمه امتحان b2 می‌توان این دستگاه را امتحان کرد که آیا کار می‌کند یا نه.

حالت‌های اتصال دستگاه ولتاژ ضعیف در نقشه موثر

دستگاه از برق شهر استفاده می‌کند.

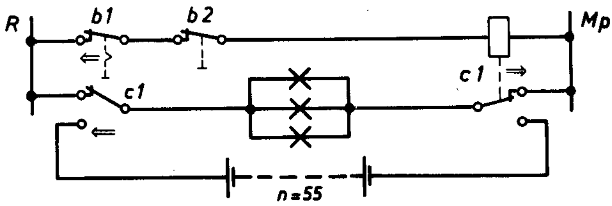


برق شهر قطع میشود، دستگاه به باطری وصل میگردد.

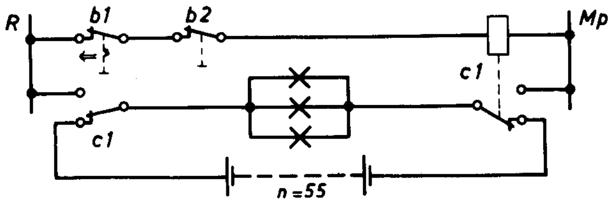


حالت‌های اتصال دستگاه فشار قوی در نقشه مسیر جریان

دستگاه از برق شهر استفاده می‌کند.



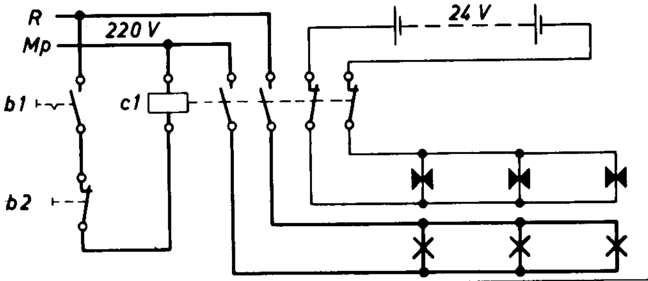
تکمه امتحان فشار داده میشود، دستگاه به باطری وصل میشود.



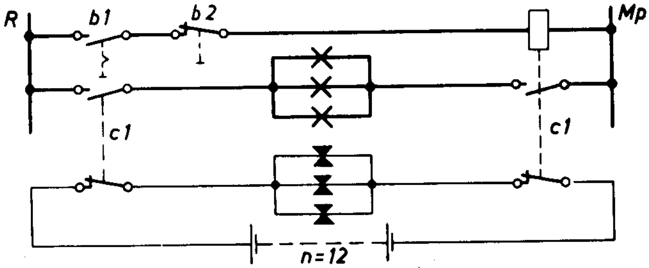
۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۸۰۲ ـ دستگاه روشنائی اضطراری

روشنائی اضطراری برای ولتاژ ضعیف

نقشه‌مدار موثر

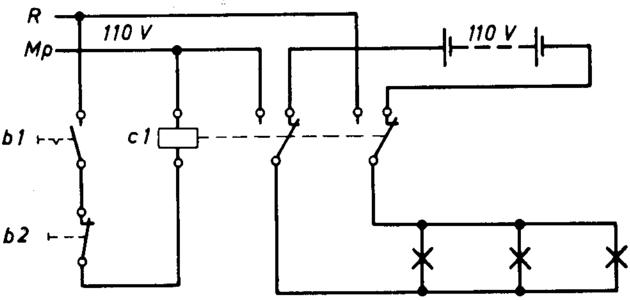


نقشه‌مسیرجریان

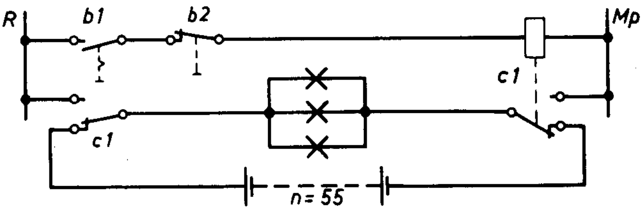


روشنائی اضطراری برای برق شهر

نقشه‌مدار موثر



نقشه‌مدار موثر

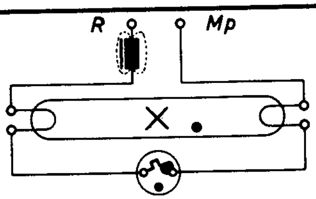


۲ ـ مدارهای روشنائی
۱۰۹۰۲ ـ لامپ با مواد نورانی (طرز کار و شماره گذاری)

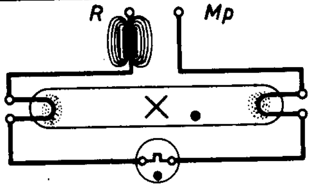
این لامپها محتوی بخار جیوه با فشار کم میباشند که قسمت زیاد تشعشع ماوراء بنفش مواد نورانی به نور قابل روئیت تبدیل میشوند.

برای اینکه بعلل مختلف نور دراین لامپها بازی نکند (نوسانات ناخوشآیند نور) در دستگاه های بزرگ این لامپها را به برق سه فاز وصل میکنند.

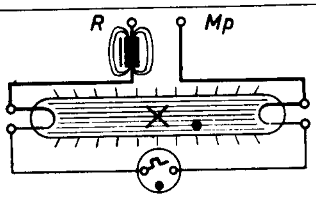
طرز کار لامپ



۰۱ بعداز بستن مدار، اول یکجریان بسیار کم بر قرار است، که این جریان در استارتر تولید جرقه و در نتیجه باعث گرم شدن "بیمتال" میگردد.



۰۲ "بیمتال" پس از گرم شدن استارتر را اتصال کوتاه میکند. حالا شدت جریانی مساوی با تقریبا یک و نیم برابر جریان لامپ می باشد که این جریان دربوبین R یک میدان مغناطیسی بسیار قوی تولید میکند و هم زمان با آن سیم داخل لامپ سرخ میگردد.



۰۳ "بیمتال" دیگر گرم نمیشود و مدار پائین را دوباره باز میکند. میدان مغناطیسی قوی در داخل بوبین دریک لحظه از بین میرود. بااین عمل در بوبین یک جهش ولتاژ به قدرت ۸۰۰ ولت تولید میشود که این باعث عمل کرد لامپ شده و لامپ روشن می گردد. بوبین حالا فقط بعنوان مقاومت قبلی کار میکند وجریان مدار را نیز محدود میسازد.

علائم مشخص کننده لامپها (بر حسب اسرام)

L ۶۵ وات: لامپ بهفرم لوله و بقدرت ۶۵ وات

R: طبقه منعکس کنند، U: بهفرم خمدار، و C: به شکل حلقه

نور رنگی

۰۱۵ نور آفتاب
۰۲۰ سفید روشن
۰۲۱ سفید دولوکس
۰۲۲ سفید دولوکس زد z (دوطبقه)
۰۲۵ سفید بین المللی (یونیورسال)
۰۳۰ رنگ گرم
۰۳۱ رنگ گرم دولوکس
۰۳۲ رنگ گرم دولوکس زد z (دوطبقه)
۰۳۵ "بلالوکس" (رنگگرم)
۶۱ ـ ۰۶۴ لامپهای رنگی:
قرمز، زرد، سبز روشن، آبی روشن
۰۷۰ برای فتو کپی (نیمه شفاف)
۰۷۲ برای فتو کپی (کاغذ)
۰۷۳ برای تحریک فلورسانس

مثـال

L 40 W/30 R

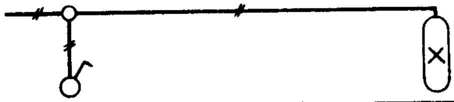
لامپ بهفرم لوله، بتوان ۴۰ وات، با طبقه منعکس کننده، رنگ نور "گرم".

L 65 W/25 U

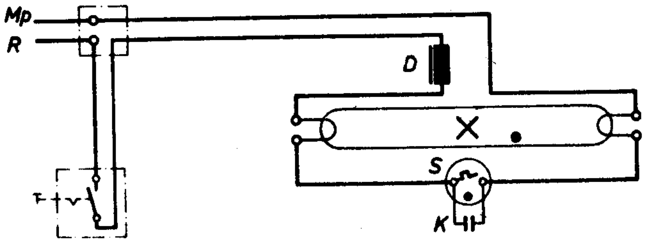
لامپ خمدار، بتوان ۶۵ وات، رنگ نور سفید بین المللی (یونیورسال)

۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۹۰۲ ـ لامپ با مواد نورانی

نقشه‌مدارموثر

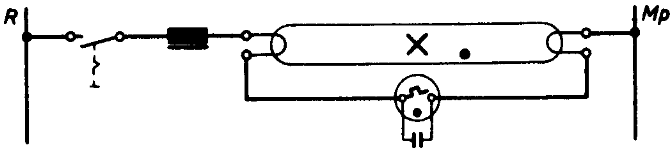


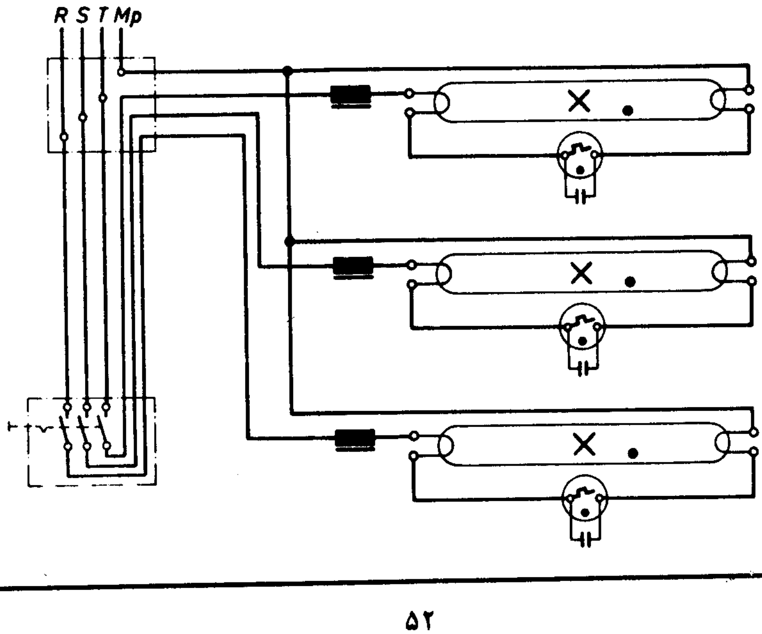
نقشه‌مسیرجریان



D بوبین
S راه‌اندازیااستارت
K خازن‌ضدپارازیت

نقشه‌مدارموثر



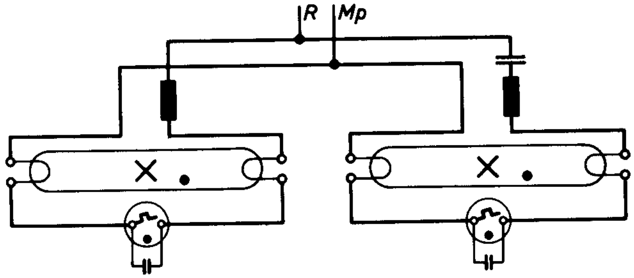


۲ ـ مدارهای روشنائی

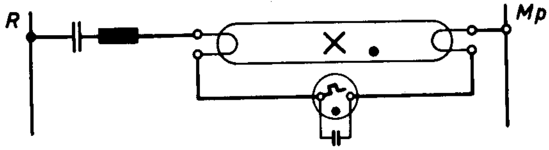
۱۰۱۵۰۲ ـ مدار "دووو"

جلو یک لامپ یک دستگاه انداکتیو (L) و جلو لامپ دیگر یک دستگاه کاپاسیتیو (C) بسته شده است (بوبین و خازن سری بسته شده‌اند) . در نتیجه یک فاکتور توان به مقدار یک حاصل می شود . به‌موازات آن این حسن را نیز دارد که از اختلاف فاز متقابل شدت جریان که میتوانست باعث بازی نور شود جلوگیری به عمل میآید .

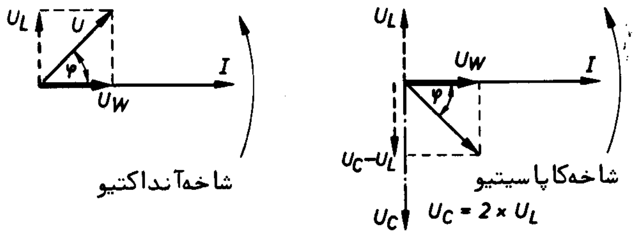
مدار موثر



نقشه مسیر جریان شاخه کاپاسیتیو

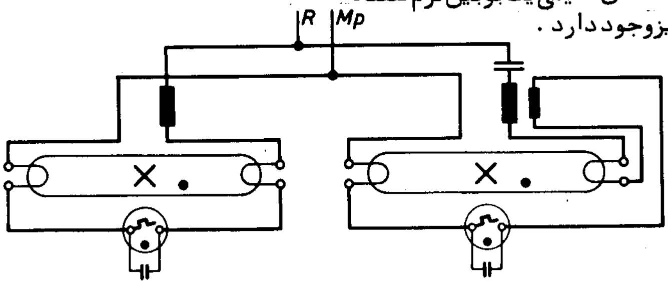


دیاگرام بردارها



مدار موثر

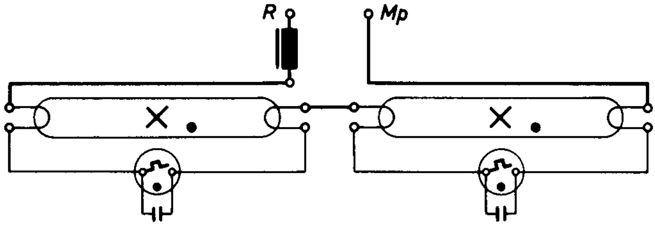
در دستگاه‌های قدیمی یک بوبین گرم‌کننده اولیه نیز وجود دارد .



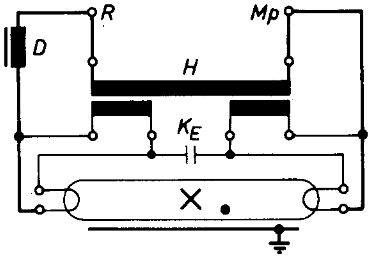
۲ ــ مدارهای روشنائی
۲۰۱۰۲ ــ مدار تاندم با مدارهای بدون استارت

مدار تاندوم (مدار سری)

برای دو لامپ هر یک به توان ۲۰ وات می‌توان از یک دستگاه اصلی مشترک به توان ۴۰ وات استفاده کرد .



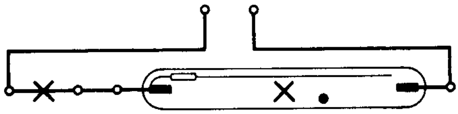
مدار بدون استارتر با جریان متناوب



بعد از این که الکترودها به‌وسیله یک مبدل خوب گرم می‌شوند ، لامپ خود به‌خود و فورا روشن می گردد . ولی باوجود این برای روشن کردن لامپ باید از یک نوار فلزی به پهنای حداقل ۱۵ میلی متر که فاصله آن از لامپ حدا کثر ۲۵ میلی‌متر و خود این نوار بزمین متصل است سود برد .

D بوبین
H ترانس گرما
K_E خازن ضد پارازیت

مدار بدون استارتر با جریان مستقیم



در لامپ‌های با اکترودهای سرد میله‌ای روشن کردن لامپ به کمک یک رشته سیم با مقاومت زیاد انجام می‌گردد . این سیم در داخل لامپ قرار دارد .

به‌وسیله یک بوبین که جلوی لامپ وصل شده است می‌توان برای این لامپ با حباب نشکن از از جریان متناوب نیز استفاده کرد .

خازن‌های خنثی کننده برای لامپ‌های با مواد نورانی (۲۲۰ ولت)

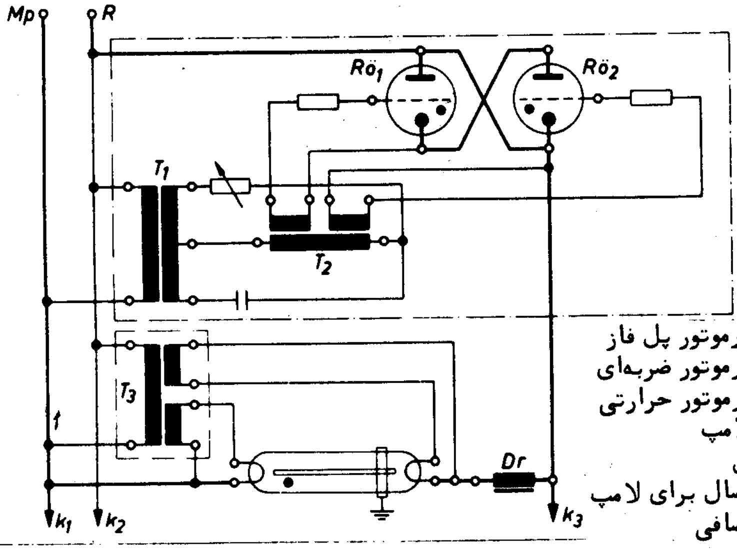
	خنثی‌کننده‌موازی	خنثی‌کننده‌سری
L 20 W	5 µF	3 µF
L 32 W/C	4,5 µF	3.6 µF
L 40 W/1 m	6 µF	4.6 µF
L 40 W/1,2 m	4,5 µF	3,75 µF
L 40 W/U	4,5 µF	3,75 µF
L 40 W/C	4,5 µF	3,75 µF
L 65 W	7 µF	5,9 µF
L 65/U	7 µF	5,9 µF

۲ ـ مدارهای روشنائی
۱۰۱۱۰۲ ـ تنظیم شدت نور لامپهای مواد نورانی

شدت نور لامپ مواد نورانی را برخلاف لامپ‌های معمولی نمی‌توان بوسیله یک مقاومت و یا یک مبدل قابل تنظیم کم و زیاد کرد .

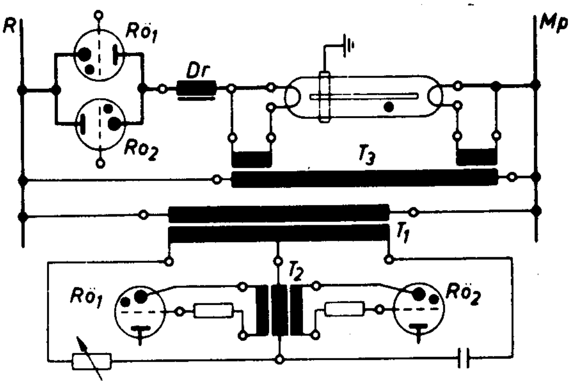
به‌علت این که برای روشن کردن به‌ولتاژ زیاد احتیاج است باید برای هدایت ، از ولتاژ پالسی شکل استفاده کرد که دامنه آن ثابت بوده ولی طول موج آن قابل تغییر است . در اینجا میتوان از دو "تیراترون" که موازی ومخالف بهم وصل شده باشند وبوسیله یک پل فاز هدایت میشوند استفاده نمود . لامپها باید برای کمک به روشن کردن از یک توری فلزی که سوراخ‌های تور آن تنگ باشد و به زمین متصل گردد استفاده کرد .

مدار موثر (نقشه‌طرزکار)



T1 ترانسفورموتور پل فاز
T2 ترانسفورموتور ضربه‌ای
T3 ترانسفورموتور حرارتی
Dr بوبین لامپ
Ro1 -- Ro2 تیراترون
K1 – K2 محل اتصال برای لامپ های اضافی

مدارمسیرجریان

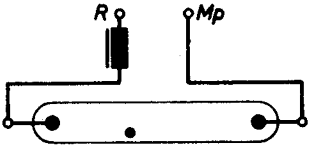


۲ ـ مدارهای روشنائی
۲۰۱۱۰۲ ـ لامپ بخار جیوه پر فشار، لامپ بخار سدیم

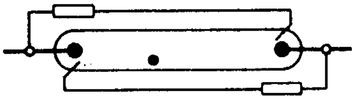
لامپ محتوی بخار جیوه با فشار زیاد

به وسیله الکترودهای کمکی لامپ روشن می‌شود. برای محدود کردن جریان از یک بوبین استفاده می‌گردد.

اتصال خارجی



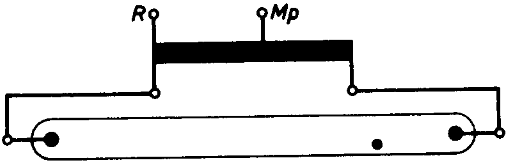
اتصال داخلی



در لامپ با ترکیب نورها یک رشته "ولفرام" وجود دارد که این رشته در داخل لامپ کار گذاشته شده است.

لامپ بخار سدیم

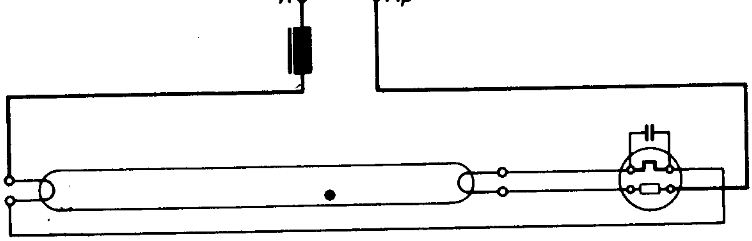
مدار با مبدل تنظیم نور



مبدل تنظیم نور، ولتاژ لازم برای روشن کردن لامپ را تولید میکند و بعد از روشن شدن برای محدود کردن جریان بکار می‌رود.

توجه. مبدل این دستگاه از نوع ترانسفورماتور صرفه‌ای می‌باشد.

مدار با بوبین محدود کننده و استارتر



استارتر تعین کننده مدت گرمای اولیه دو الکترودها می‌باشد.
این مدار فقط برای لامپ ۲۲۰ ولت است.

۲ ـ مدارهای روشنائی

۱۰۱۲۰۲ ـ لامپ لوله‌ای روشنائی با ولتاژ زیاد (حالتهای اتصال و مقادیر مختلف)

لامپ‌های لوله‌ای روشنائی بوسیله ولتاژ زیاد کار میکنند و محتوی گازهای نادر و یا بخار جیوه میباشند. این لامپها با رنگهای مختلف اکثرا برای تبلیغات به‌کار می‌روند. لامپ‌های لوله‌ای روشنائی مواد نورانی را باانداختن لوله شیشه‌ای درداخل محلول مواد نورانی درست میکنند. این نوع لامپ‌ها را به رنگ سفید برای روشنائی اماکن نیز بکار می‌برند.

این دو نوع لامپ را با مبدل ولتاژ زیاد سری می‌بندند. این ولتاژ برحسب ۱۲۸۰ وی‌دی‌ا (ولتاژ ثانوی) تا ۷٫۵ کیلو ولت برای اتصال به زمین یک طرفه و ۱۵ کیلو ولت برای اتصال به زمین میانی می‌باشد.

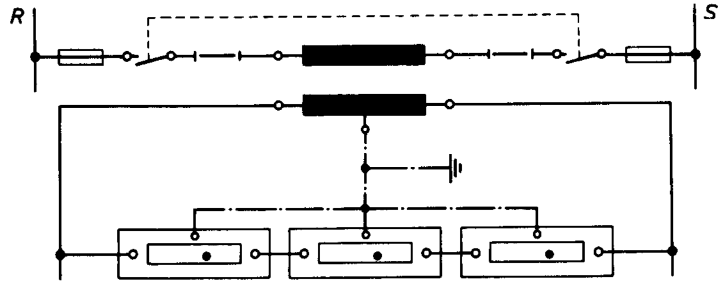
لامپ‌های لوله‌ای روشنائی با قطرهای ۱۰، ۱۳، ۱۷، ۲۲ و ۲۸ میلی‌متر وجود دارند و شدت جریان آن‌ها تا ۱۲۰ میلی آمپر نیز می‌باشد.

لامپ‌های لوله‌ای روشنائی با مواد نورانی برای اماکن به‌قطرهای ۲۲، ۲۸ و ۳۵ میلیمتر و شدت جریان در حال کار تا ۴۰۰ میلی‌آمپر نیز وجود دارد.

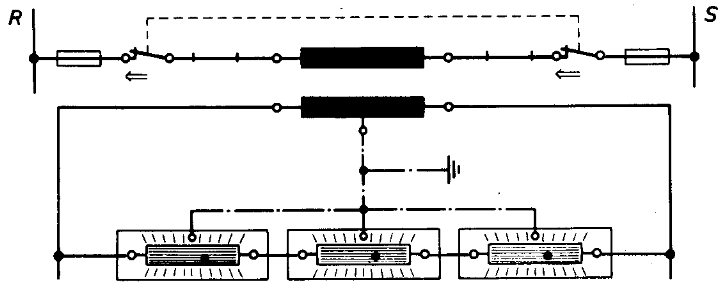
ولتاژ در حال کار از ۳۰۰ ولت تا ۱۰۰۰ ولت برای هر یک متر طول می‌باشد. هر جفت اکترود ۳۰۰ ولت برق لازم دارد.

حالت‌های اتصال درمدار مسیرجریان ان

"باز"

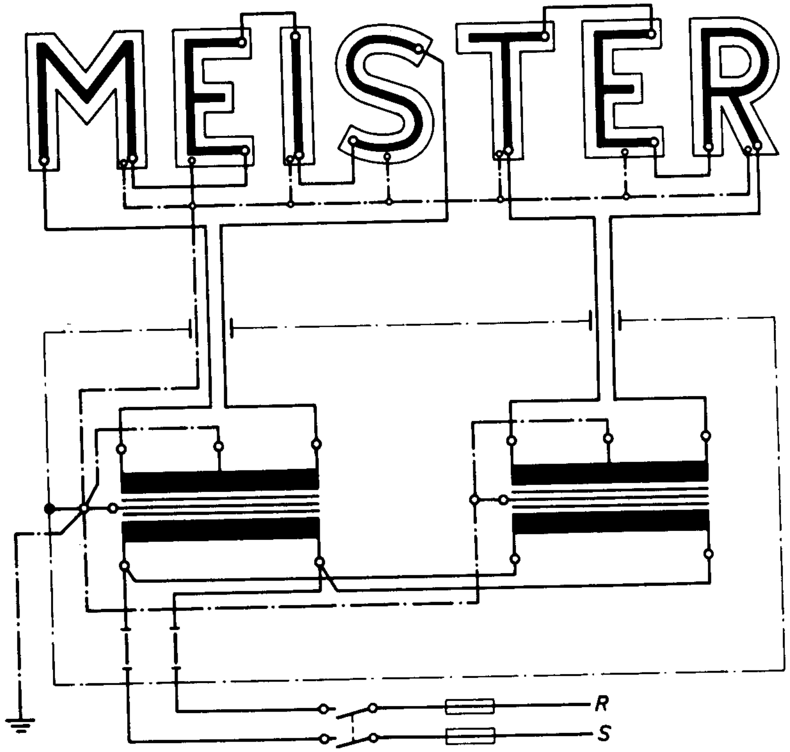


"بسته"

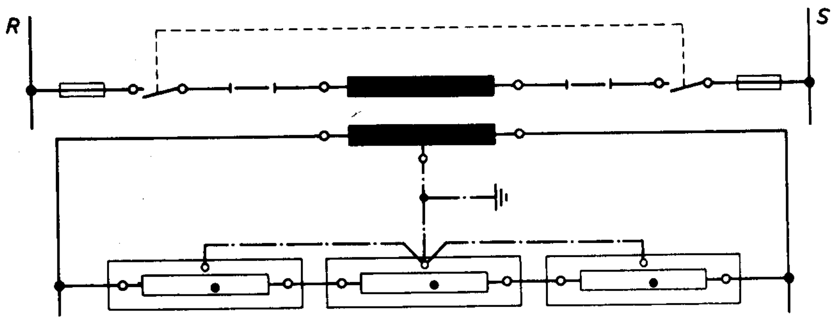


۲ــ مدارهای روشنائی
۲۰۱۲۰۲ ــ لامپ لوله‌ای روشنائی با ولتاژ زیاد

مدارموئثر



مدارمسیرجریان



ازدیاد درجه حرارت بدون تنظیم

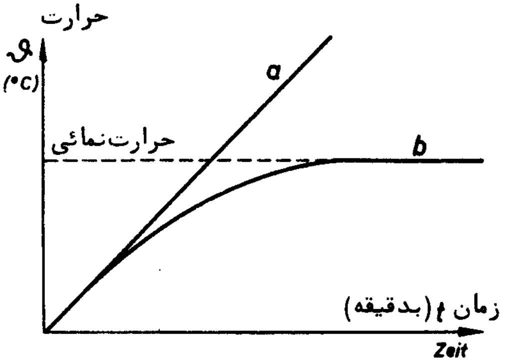
منحنی آ

ازدیاد درجه حرارت از نظر تئوری

منحنی ب

ازدیاد درجه حرارت عملی

چون دستگاه دارای حرارت موثر و حرارت تلـف شده میباشد ، باید درجه حرارت به یک نقـطه نهائی برسدکه درآنجا مقدار حرارت‌تولید شده و مقدار حرارت مصرفی مساوی شوند .

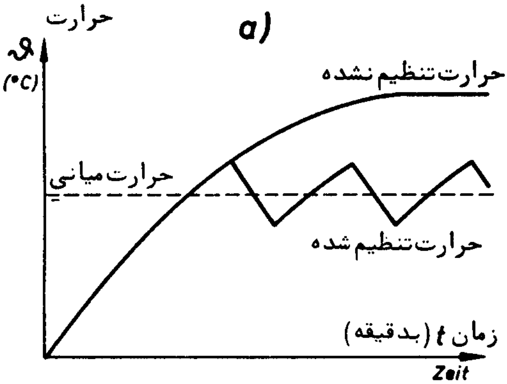


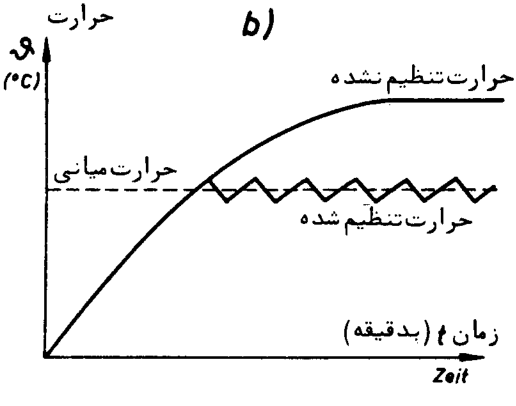
حرارت تنظیم شده

برای این کار دستگاه حرارتی ، به وسیله دستگاه‌تنظیم ، روشن وخاموش میشود . چون سیم‌های گرم کننده همیشه درجه حرارت بیشتری دارند تا بدنه را گرم کنند (مثـلا بدنه اجاق برقی) ، درجه حرارت بدنه بعد از خاموش‌کردن دستگاه هنوز تا مدتی بالا میرود ، و پس از مدت معین درجه حرارت بدنه پائین می آید و شروع به سرد شدن میکند . وقتی حالا دستگاه روشن شود هنوز درجه حرارت بدنه دستگاه پائین میرود تا سیمهای گرم کننده دوباره به حرارت مورد نظر برسند .

آ . تنظیم درجه حرارت کلی
وقتی دستگاه تنظیم کننده حساس نباشد ، تغیرات درجه‌حرارت زیاد خواهد بود .

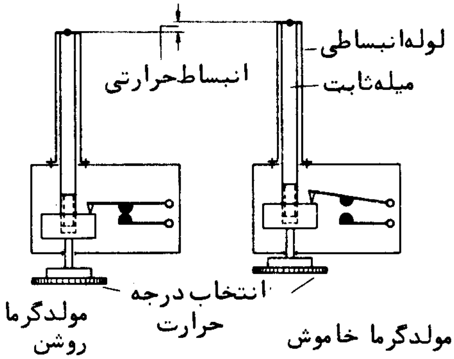
ب . تنظیم درجه حرارت جزئی
و اگر دستگاه تنظیم کننده حساس باشد تغیرات درجه حرارت بسیار کم خواهد بود .





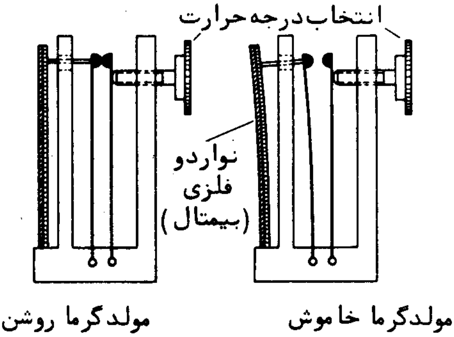
دستگاه تنظیم کننده حرارت با لوله انبساطی

یک میله‌که طولش باتغیرات حرارت تقریبا ثابت می‌ماند در داخل لوله مسی و یا برنجی محکم شده. لوله وقتی بر اثر حرارت منبسط میشود و بر خلاف آن میله داخلی طولش ثابت می‌ماند باعث باز شدن مدار میگردد. به‌وسیله یک پیچ می‌توان حرارت دلخواه را تنظیم کرد.



دستگاه تنظیم حرارت با نوار "دوفلزی"(بیمتال)

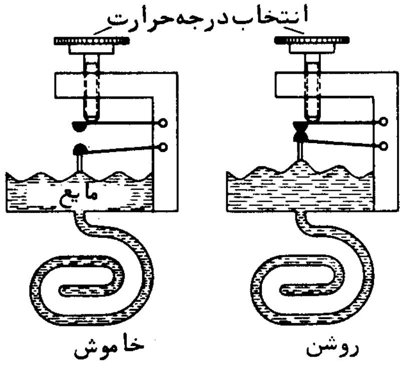
دو فلزی یا بی‌متال از دو نوار فلزی با ضریب انبساط های مختلف که بهم محکم چسبیده‌اند تشکیل شده است.
در اثر حرارت بیمتال کج شده وتماس الکتریکی را قطع می‌کند. این نوع دستگاه تنظیم معمولا در اطو برقی و اجاق برقی بکار می‌رود.



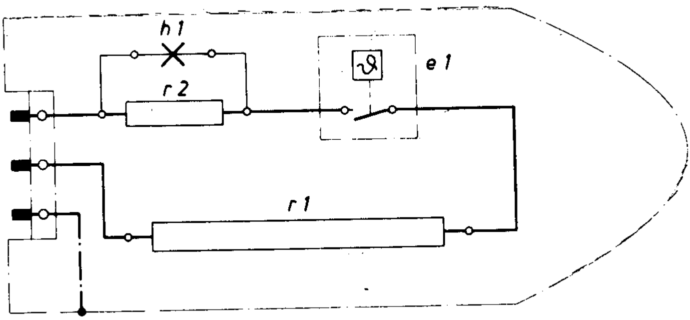
تنظیم حرارت به وسیله ظرف انبساطی

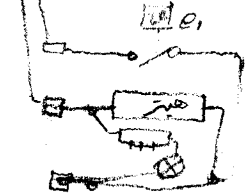
ظرفی است محتوی مایع‌که درب آن از یک جنس قابل انعطاف درست شده. بوسیله حرارت حجم مایع زیاد شده و می‌توان با آن یک سیستم مدار الکتریکی را بست.

از این نوع تنظیم حرارتی اکثرا در یخچال‌ها و ماشین‌های رختشوئی استفاده میگردد.



۳ــ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۲۰۳ ــ خودکار اطو برقی



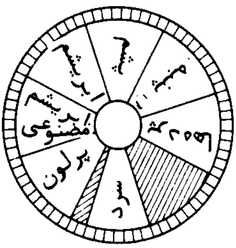


صورت اتصال : r1 مقاومت حرارتی تقریبا ۱۰۰۰ وات
r2 مقاومت کم برای اتصال اولیه
h1 لامپ کنترل تقریبا ۴ ولت
e1 ترموستات

ترموستات (تنظیم کننده دوفلزی یا بیمتال) تمام انرژی حرارتی را هدایت میکند و حرارتی را که به دلخواه انتخاب شده است ثابت نگه میدارد.

لامپ کنترل بامقاومت اولیه موازی بسته شده ودر حالت روشن بودن ۴ ولت از نیروی کلی روی آن می‌افتد. در مواقعی که مقاومت حرارتی کار می‌کند یعنی مدار بسته است لامپ هم روشن می‌شود.

تنظیم‌کننده

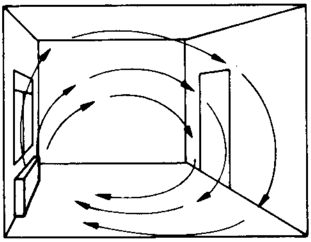


حرارت‌ها

پرلون	تقریبا	۶۰ ... ۸۵ درجه سلسیوس
ابریشم مصنوعی	"	۸۵ ... ۱۱۰ "
ابریشم	"	۱۱۰ ... ۱۳۵ "
پشم	"	۱۳۵ ... ۱۷۵ "
پنبه	"	۱۷۵ ... ۲۰۰ "
پرده‌ها	"	۲۰۰ ... ۲۳۰ "

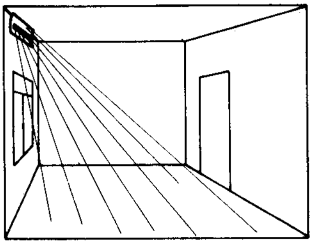
در اطوهائی که با بخار کار میکنند زیر روپوش، یک منبع آب وجود دارد. آب قطره قطره روی یک ورقه داغ که روی کف اطو قرار دارد میچکد و بخار حاصل از آن به‌وسیله سوراخ‌هائی به زیر اطو هدایت می‌شود.

هدایت گرما در اطاق‌ها را به‌طرق زیر می‌توان انجام داد:



جـابجائی

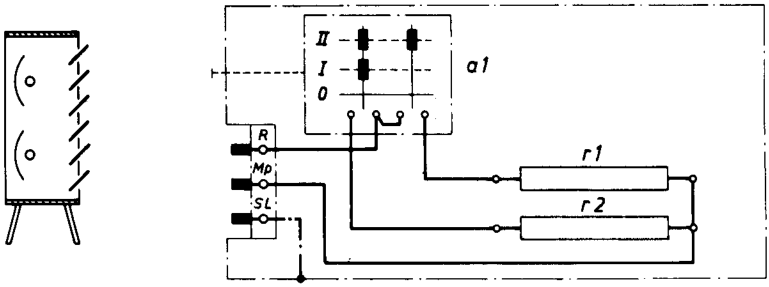
هوای گرم شده به‌وسیله بخاری منبسط شده و بالا میرود و بجای آن هوای سرد می‌آید و گرم میشود و دوباره به بالا می‌رود و به‌این ترتیب یک جریان هوای گرم در داخل اطاق به‌وجود می‌آید. نوع بخاری بر حسب اندازه اطاق از ۴۰ تا ۸۰ وات برای هر متر مکعب فضا تعین می‌گردد.



تابـــش

فقط اشیائی گرم می‌شوند که بوسیله این نوع بخاری‌ها اشعه گرمائی به‌آنها تابیده بشود (اشیاء سیاه بیشتر و اشیاء سفید کمتر گرم می‌شوند). برای گرم کردن هر متر مربع مساحت ۱۰۰ تا ۱۵۰ وات لازم است.

بخاری ترکیبی برای حرارت جابجائی و تابشی

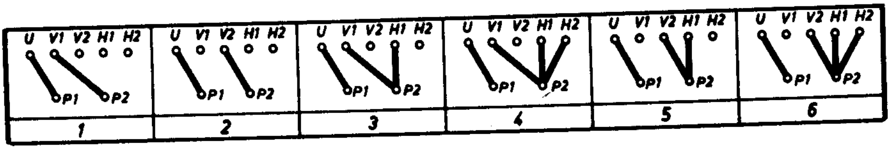


ترتیب اتصال: a1 کلید
r2,r1 میله‌های حرارتی

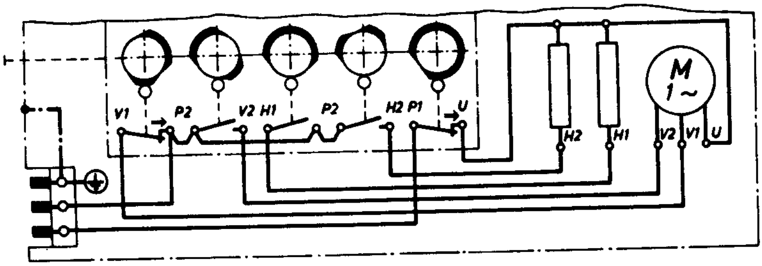
در حالتی که ورقه‌های قابل حرکت افقی قرار دارند بخاری بر اساس تابشی کار می‌کند و وقتیکه این ورقه‌ها عمودی قرار گیرند بوسیله مقاومت‌های حرارتی گرم شده و حرارت را به هوای اطاق اطاق هدایت می‌کنند.

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۳۰۳ ـ بخاری پنکه‌دار (حالتهای اتصال)

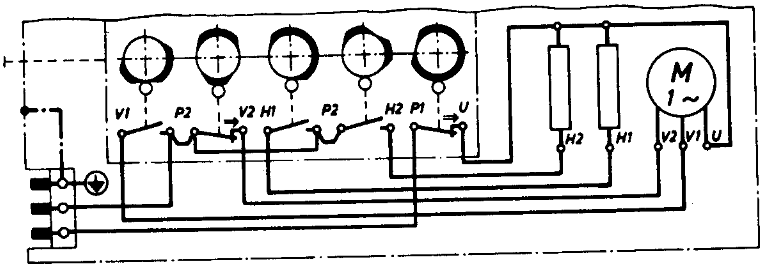
اتصال‌های مختلف



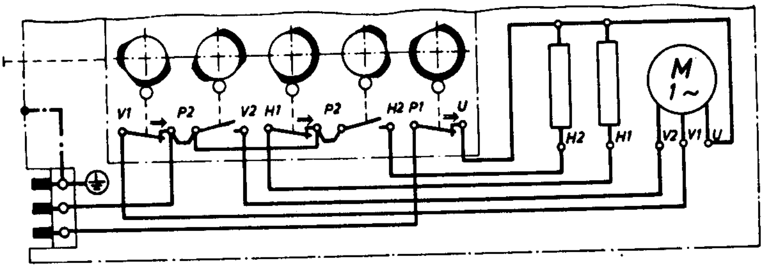
مرحله ۱



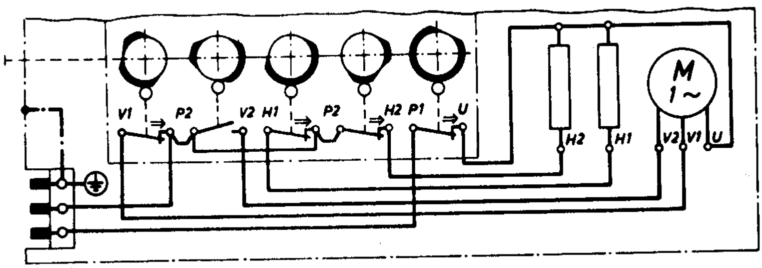
مرحله ۲



مرحله ۳

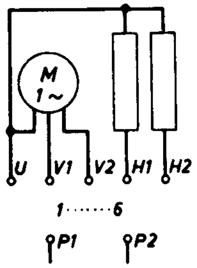


مرحله ۴

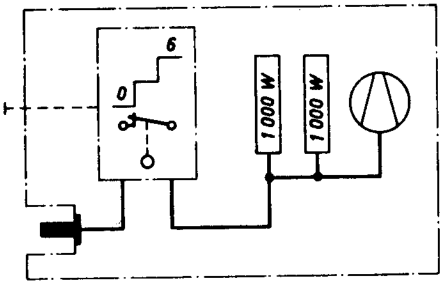


۲۰۳۰۳ – بخاری پنکه‌دار

سیم‌های اتصال



نمایش کل دستگاه

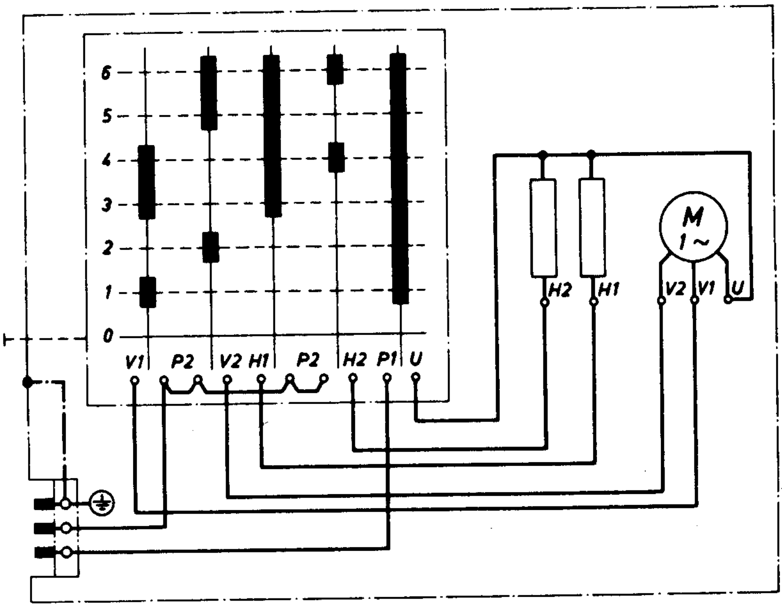


موتور پنکه به دونوع دور در دقیقه قابل تنظیم است . مقاومت‌های بخاری نیز دارای دو درجه میباشند . رویهم رفته به شش حالت مختلف زیر قابل تنظیم است .

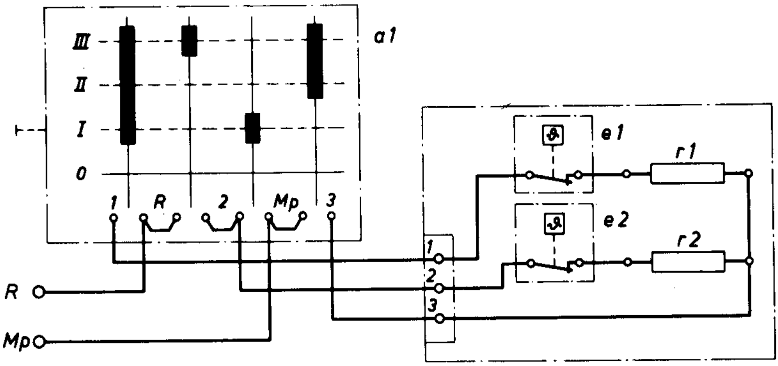
	درجه پنکه	درجه هوای مقاومت‌ها
۱	دورکم	خاموش
۲	دور زیاد	خاموش
۳	دور کم	۱

	درجه پنکه	درجه گرمای مقاومت‌ها
۴	دور کم	۲
۵	دور زیاد	۱
۶	دور زیاد	۲

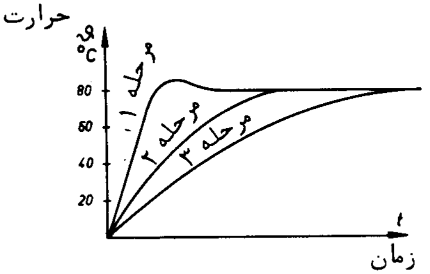
مدار اتصال داخلی با هفت حالت مختلف کلید



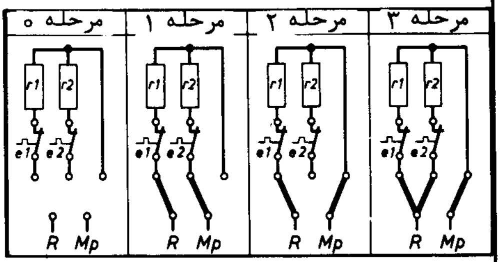
۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۴۰۳ ـ تشک برقی



ترتیب اتصال‌ها : a1 کلید گردان دنده‌ای
r1 سیم حرارتی ۲۲۰ ولت ، ۳۰ وات ، ۱۶۰۰ اهم
r2 سیم حرارتی ۲۰۰ ولت ، ۳۰ وات ، ۱۶۰۰ اهم
e1 تنظیم کننده حرارتی ایمنی برای ۸۰ درجه سلسیوس
e2 تنظیم کننده حرارتی ایمنی برای ۸۰ درجه سلسیوس



منحنی حرارتی



ترتیب اتصال‌ها

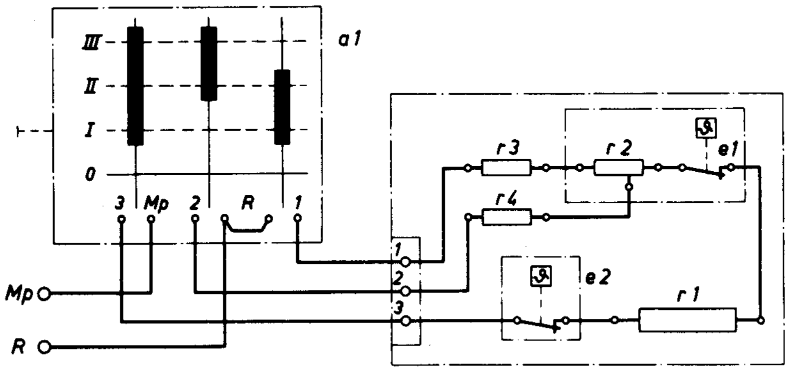
دو سیم حرارتی که داخل یک تشک دوخته شده‌اند به‌سه وضعیت مختلف میتوان آنها را اتصال داد :

مرحله ۱ . ۱۵ وات هر دو سیم‌های حرارتی سری بسته میشوند .
مرحله ۲ . ۳۰ وات یک سیم حرارتی به تنهائی اتصال داده میشود .
مرحله ۳ . ۶۰ وات هر دو سیم حرارتی موازی وصل میشوند .

وقتی مصرف حرارت کم شود ، در هر وضعیتی که کلید باشد مستقل از آن حرارت تشک بر روی ۸۰ درجه سلسیوس می‌ماند . منتها رسیدن به‌آن درجه حرارت برای وضعیت‌های مختلف کلید زمانهای متفاوتی را لازم دارد .
بوسیله قطع و وصل کردن کلید تنظیم حرارتی ایمنی درجه حرارت ۸۰ سلسیوس ثابت میماند.
وضعیت ۳ فقط برای موقع روشن کردن استفاده می‌شود . ولی پس‌از گرم شدن تشک کلید را بر حسب مصرف حرارت روی وضعیت ۱ یا ۲ باید گذاشت .

۳ ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی

۲۰۴۰۳ ـ تشک برقی با تنظیم حرارت



ترتیب اتصال‌ها : a1 کلید دورانی دنده‌ای

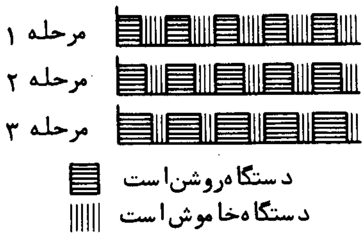
r1 سیم حرارتی ۲۲۰ ولت ، ۶۰ وات ، ۸۰۰ اهم

r2 سیم پیچ حرارتی برای تنظیم کار دستگاه

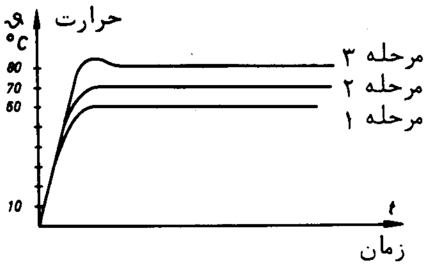
r3 ,r4 مقاومت‌های اولیه

e1 تنظیم حرارتی

e2 تنظیم حرارتی ایمنی برای ۸۵ درجه سلسیوس



زمان‌های مختلف



منحنی حرارتی

نسبت زمان‌های تنظیم کننده روشن و خاموش e 2 بوسیله گرم شدن تشک تنظیم نمی‌شود ، بلکه از گرم شدن سیم پیچ حرارتی r2 فرمان میگیرد . هر وضعیت گرمتر به‌این‌ترتیب است که زمان روشن بودن دستگاه نسبت به خاموشی آن بیشتر خواهد بود . به‌دین ترتیب نتیجه می‌شود که برای وضعیت‌های مختلف کلید ، حرارت‌های مختلفی وجود خواهد داشت .

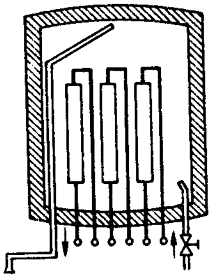
مرحله ۱ . ۶۰ وات ، به درجه حرارت تقریبا ۶۰ سلسیوس میرسد ،

مرحله ۲ . ۶۰ وات ، به درجه حرارت تقریبا ۷۰ سلسیوس میرسد ،

مرحله ۳ . ۶۰ وات ، به درجه حرارت تقریبا ۸۰ سلسیوس میرسد .

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی

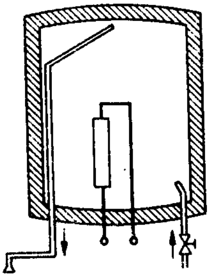
۱۰۵۰۳ ـ دستگاه آب گرمکن ، اساس و طرز کار آن



آب گرم کن جریان آب

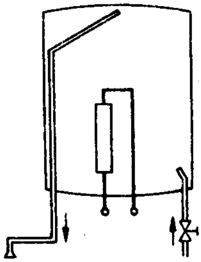
آب این نوع دستگاه فقط در مواقعی که شیر آب باز میشود شروع بگرم شدن میگردد و به همین علت به یک توان بسیار زیاد احتاج است .

توان‌های معمولی ۱۲ ، ۱۸ و ۲۱ کیلووات .
اندازه این دستگاه بسیار کوچک است .



مخزن آب داغ

این مخزن دارای دولایه پوششی و یک ورقه عایق میباشد . این دستگاه همیشه روشن است. به این‌ترتیب آب مخزن همیشه از برای استفاده حاضر میباشد .
از این نوع مخزن از ۵ تا ۱۲۰ لیتر وجود دارد .

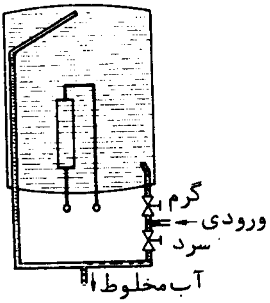


آب گرم کن

این نوع آب گرم کن‌ها فاقد عایق میباشند و بهمین علت فقط در مواقع استفاده از آب گرم روشن میشود .
در انواع از ۵ تا ۸۰ لیتر وجود دارد. دستگاه آب‌جوش با ۵ لیتر حجم موجود است که بر اساس پر کردن قسمتی و خالی کردن قسمت دیگر کار میکند .

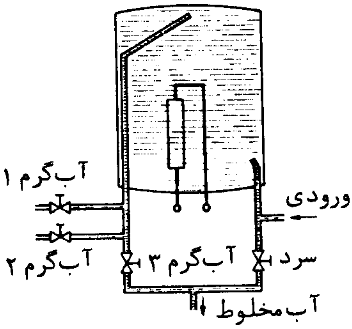
دستگاه آب گرم بدون فشار

بعلت این که این دستگاه در لوله خروجی فاقد شیر است فشار داخل مخزن مساوی فشار آب در دیگر لوله‌های آب منزل میباشد. به‌همین علت می‌توان از یک پوشش نازک برای مخزن استفاده کرد. شیر آب‌گرم در مسیر لوله آب سرد است ووقتی این شیر باز باشد آب سرد داخل مخزن شده و بعلت پر بودن آب درداخل آن آب گرم از بالا به وسیله یک لوله خارج میشود. این دستگاه به‌همین علت فقط برای یک محل مصرف مناسب است .

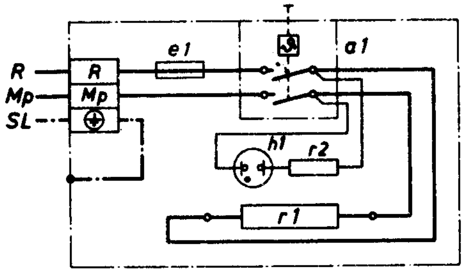


دستگاه آب گرم با فشار

به‌علت وجود شیرها درمسیر لوله خروجی فشار داخل مخزن مساوی با فشار آب داخل لوله منزل می باشد .
این فشار تقریبا بین ۶ تا ۱۲ آتمسفر است. پوشش خارجی مخزن را باید با در نظر گرفتن این فشار ساخت. یک شیر اضافی ایمنی برای مواقع فشـار خطرناک نیز باید کار گذارد. چون شیـر آب گرم در مسیر خروجی آب گـرم قرار دارد ، می‌توان برای چند محل از یک مخزن استفاده کرد .

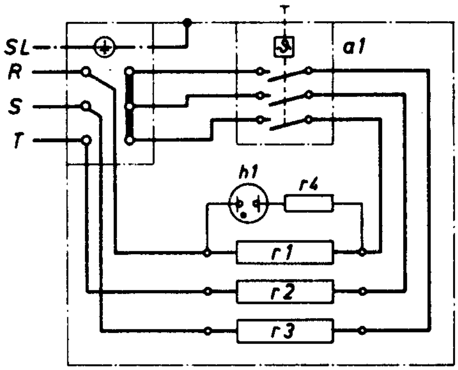


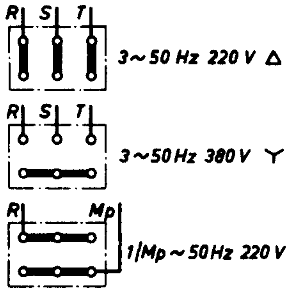
مخزن فاقد فشار



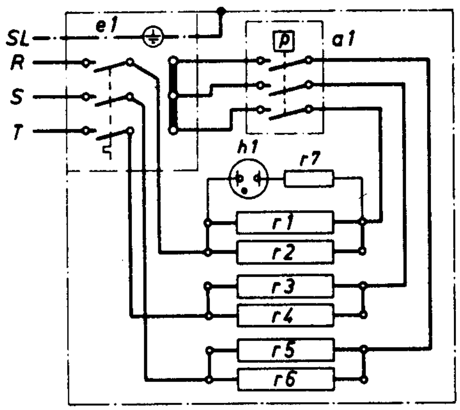
r1 مقاومت حرارتی
r2 مقاومت اولیه لامپ کنترل
h1 لامپ کنترل
e1 فیوز حرارتی
a1 کلید انتخاب کننده دو قطبی
(این نوع نمایش برای کلید استاندارد نیست).

مخزن تحت فشار
برای برق سه فاز





آب گرم کن جریان آب تحت فشار
برای برق سه فاز ۱۸ کیلو وات

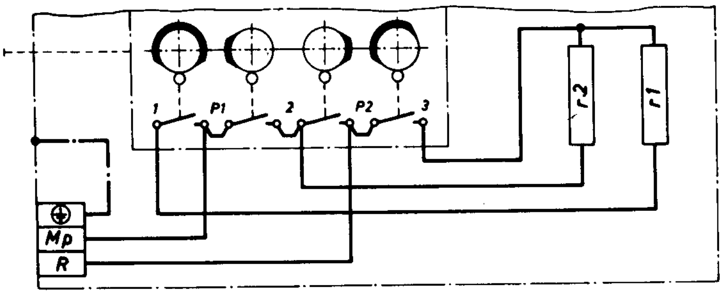


e1 محدود کننده ایمنی حرارتی
a1 کلید جریان آب
r1تاr6 مقاومت‌های حراتی هر یک ۳وات
h1 لامپ کنترل
r7 مقاومت لامپ کنترل

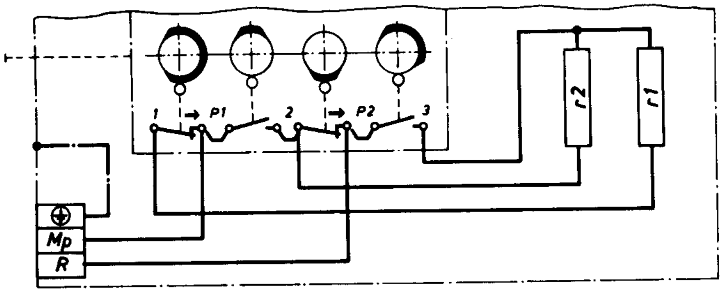
۳ ـ دستگاه‌های *الکتریکی خانگی*

۱۰۶۰۳ ـ اجاق برقی مدار چهار وضعیتی (حالتهای اتصال)

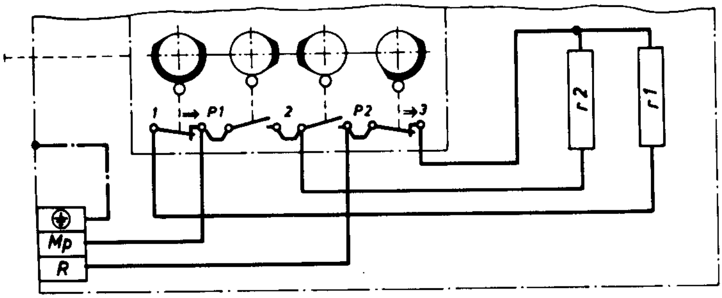
باز



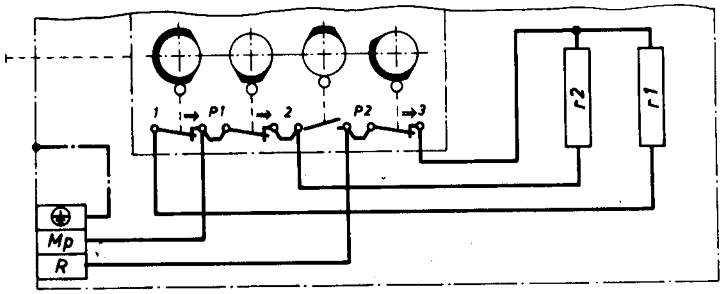
وضعیت اول



وضعیت دوم

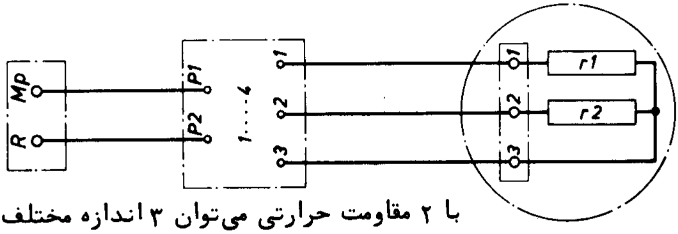


وضعیت سوم



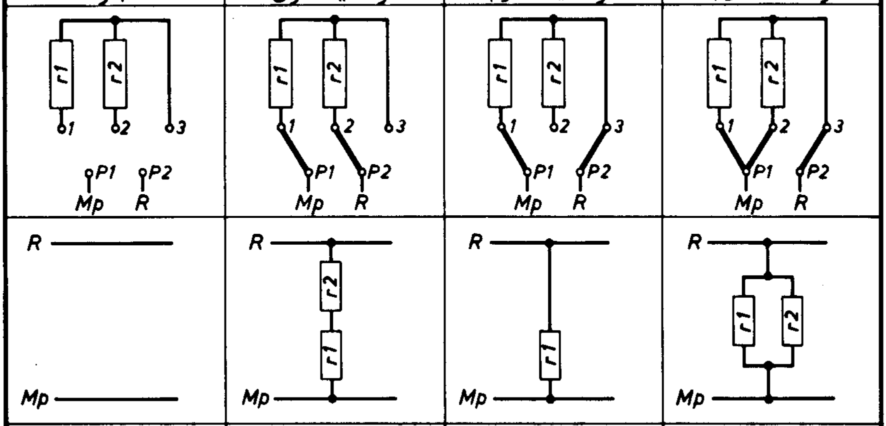
۲.۶.۳ ــ اجاق برقی ، مدار چهار وضعیتی

نمایش کلی دستگاه

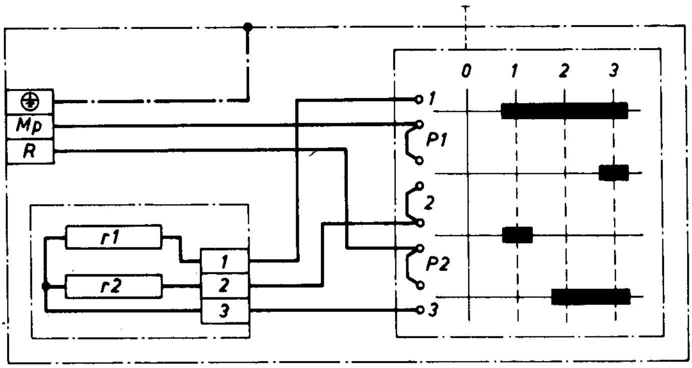


با ۲ مقاومت حرارتی می‌توان ۳ اندازه مختلف توان را تنظیم کرد .

مدار موثر با کلید دورانی دنده‌ای



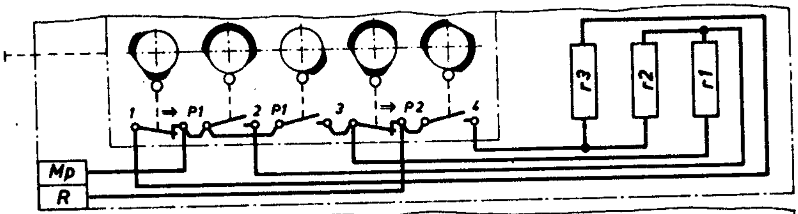
باز	وضعیت اول	وضعیت دوم	وضعیت سوم
14,5 cm →	200 W	400 W	800 W
18 cm →	240 W	870 W	1200 W
22 cm →	300 W	1400 W	1800 W



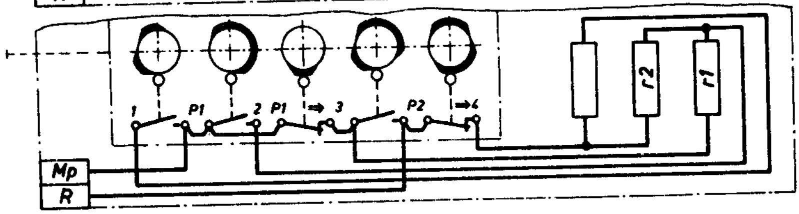
۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی

۱۰۷۰۳ ـ اجاق برقی ، مدار هفت وضعیتی (حالتهای اتصال)

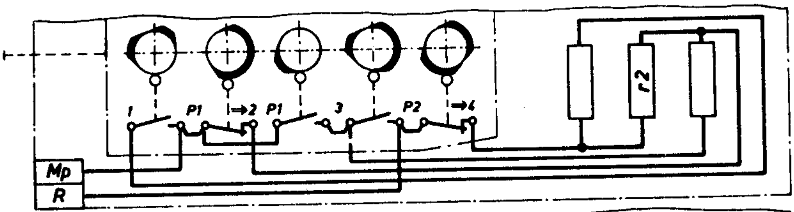
وضعیت ۱



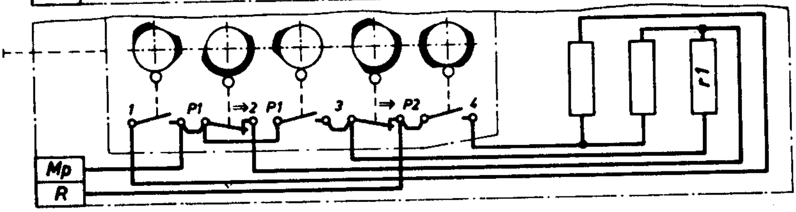
وضعیت ۲



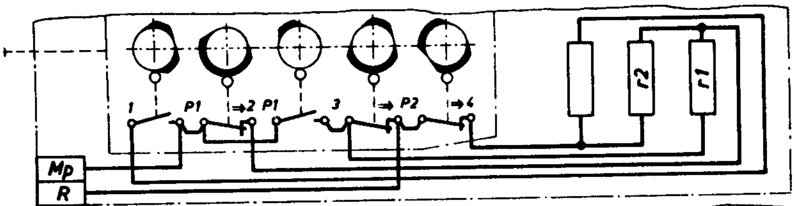
وضعیت ۳



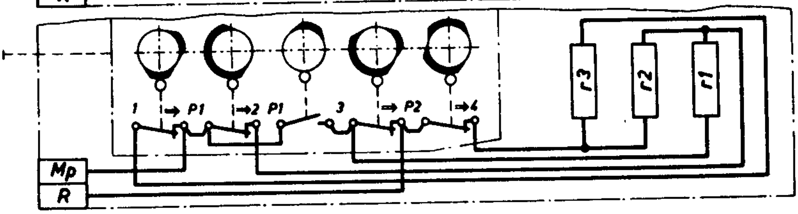
وضعیت ۴



وضعیت ۵

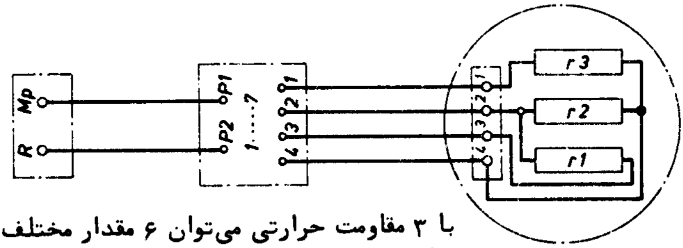


وضعیت ۶



۲۰۷۰۳ ـ اجاق برقی، مدار هفت وضعیتی

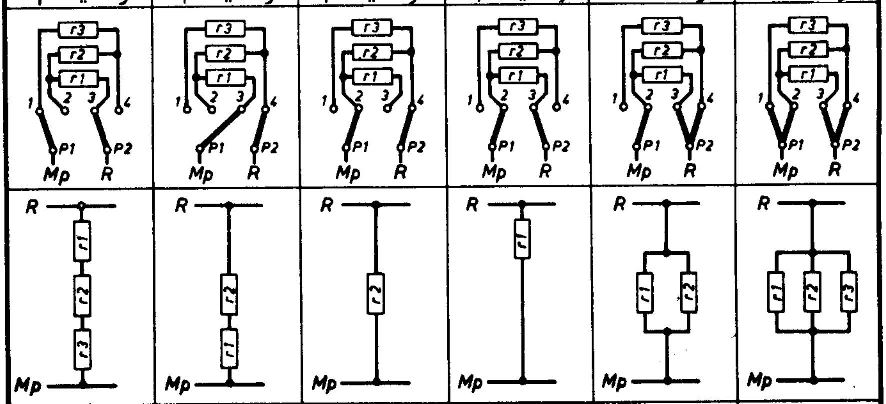
نمایش کلی دستگاه



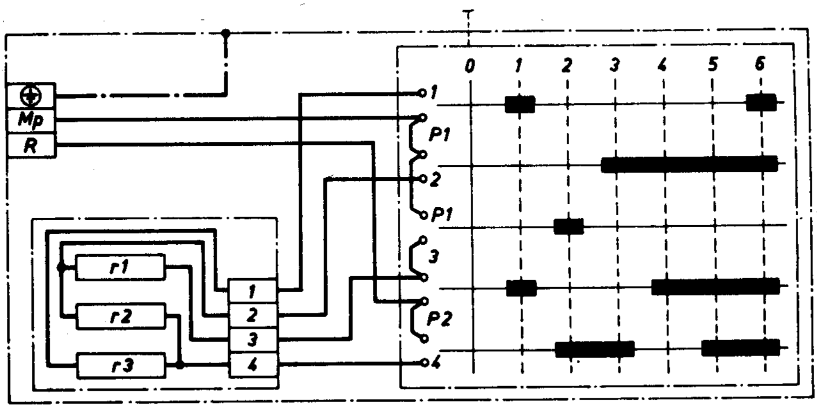
با ۳ مقاومت حرارتی می‌توان ۶ مقدار مختلف توان را به وجود آورد.

مدار موثر با کلید دورانی دنده‌ای

وضعیت ۱	وضعیت ۲	وضعیت ۳	وضعیت ۴	وضعیت ۵	وضعیت ۶



14,5 cm → 100 W	165 W	240 W	500 W	700 W	1000 W
18 cm → 140 W	220 W	300 W	800 W	1100 W	1500 W
22 cm → 200 W	300 W	450 W	950 W	1400 W	2000 W

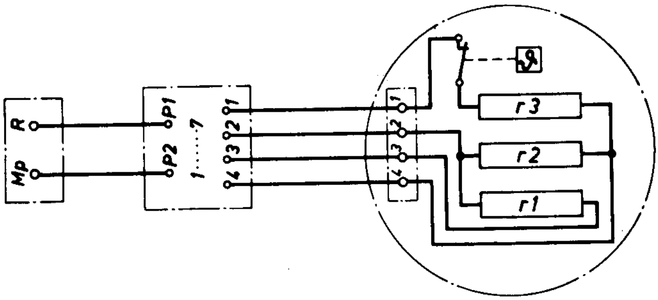


۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۸۰۳ ـ اجاق برقی سریع

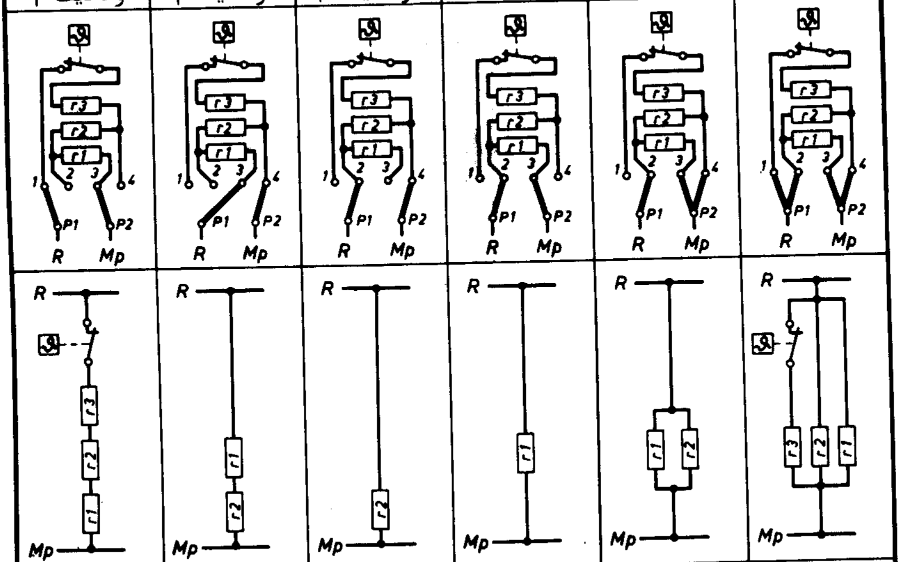
مدار هفت وضعیتی با محدود کننده حرارت تا آخرین مرحله توان

وقتی کلید روی وضعیت قوی‌ترین درجه اجاق باشد واجاق طوری گرم شود که برای دستگاه مضر گردد ، مثلا وقتی که روی اجاق چیزی نباشد ویا یک دیگ کوچک باشد ، در این موقع مدار یکی از مقاومت‌های حرارتی به وسیله یک دوفلزی (بی‌متال) که در وسط نصب شده قطع می‌گردد .

نمایش کلی دستگاه



وضعیت ۱	وضعیت ۲	وضعیت ۳	وضعیت ۴	وضعیت ۵	وضعیت ۶

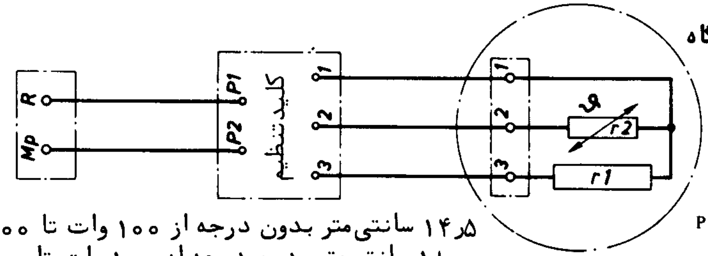


18cm → 165 W	225 W	300 W	900 W	1 200 W	2 000 W
22cm → 250 W	360 W	500 W	1 300 W	1 800 W	2 600 W

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۸۰۳ ـ اجاق برقی خودکار (با تنظیم توان)

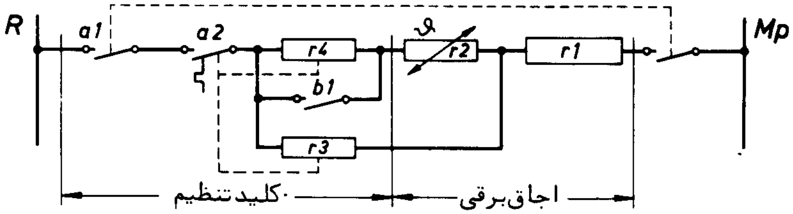
صفحه خودکار با سیم پیچ تشخیص حرارت

نمایش کلی دستگاه



۱۴٫۵ سانتی‌متر بدون درجه از ۱۰۰ وات تا ۱۵۰۰ وات
۱۸ سانتی‌متر بدون درجه از ۱۰۰ وات تا ۲۱۰۰ وات

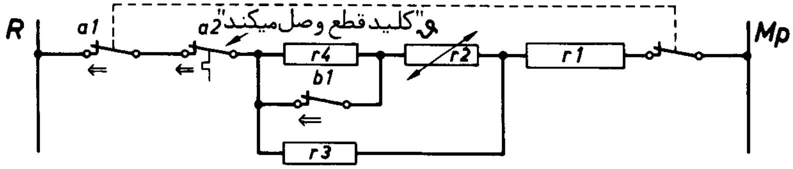
نقشه مسیر جریان (نمایش اساس کار)



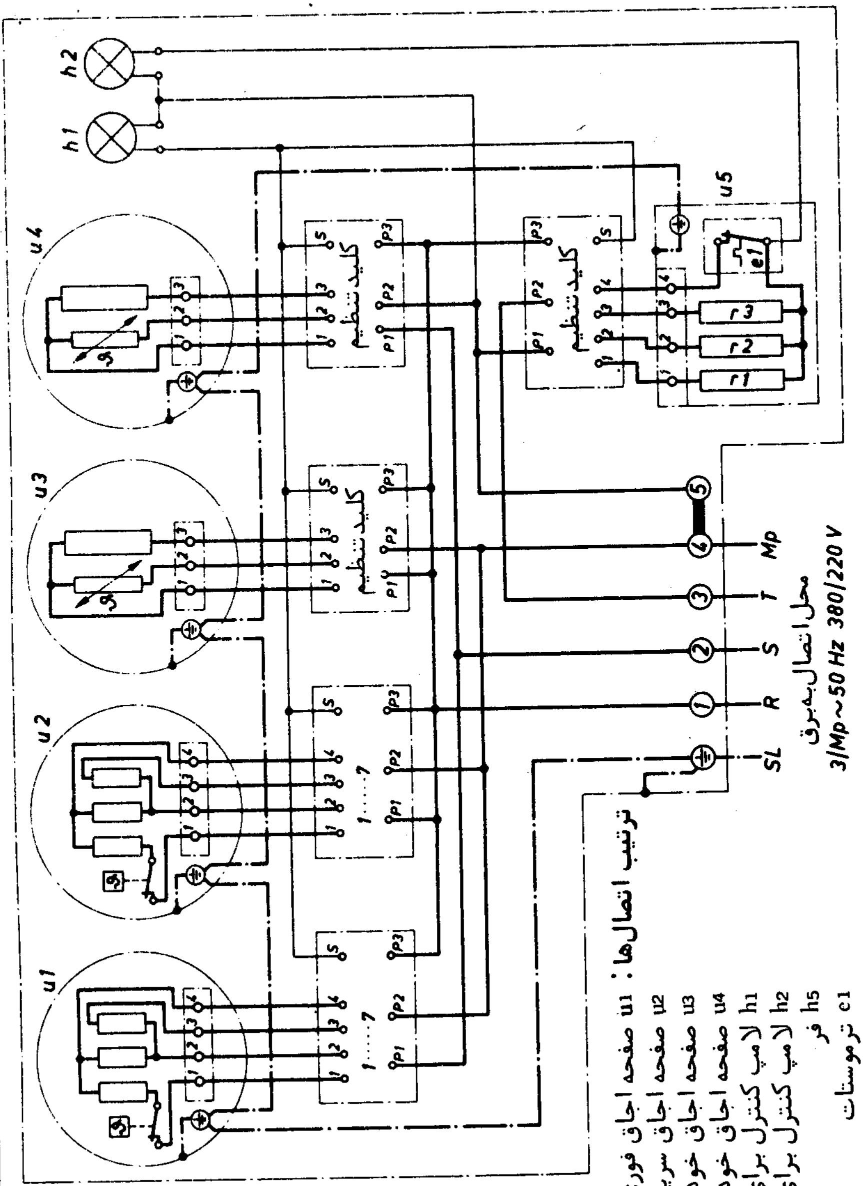
ترتیب اتصال‌ها : a1 کلید دو قطبی نیرو
r1 کلید دو فلزی (بیمتال)
r2 مقاومت حرارتی
r3,r4 سیم پیچ تشخیص
e1 مولد حرارتی برای کلید دوفلزی (بیمتال) a2
e2 کنتاکت برای اتصال کوتاه مقاومت r4

با زیاد شدن حرارت صفحه اجاق مقاومت سیم‌پیچ تشخیص حرارتی r2 زیاد میشود. در نتیجه شدت جریان در سیم‌پیچ دوفلزی (بیمتال) r3 زیاد میگردد. برحسب آنکه چه توانی انتخاب شده، کلید دوفلزی تناوبی قطع و وصل میشود. کلید b1 برای این‌است که به‌توان اجاق را به به درجه حرارت بالاتری گذاشت.

مدار برای حرارت زیاد



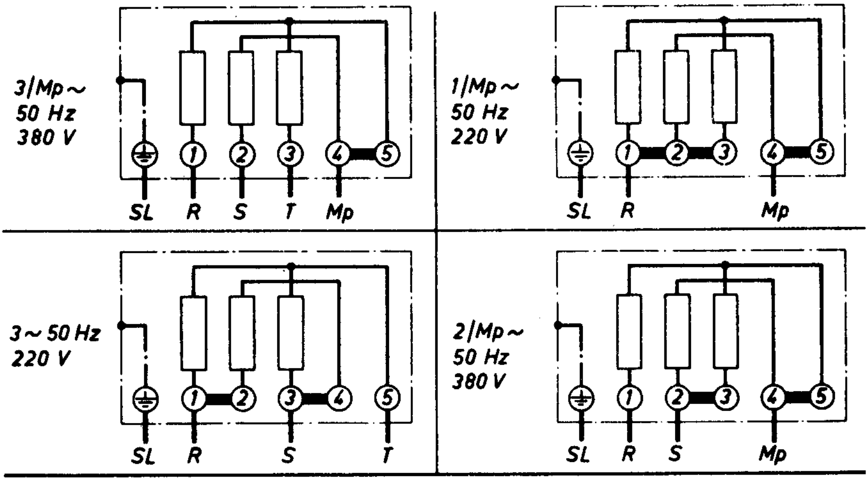
۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۹۰۳ ـ اجاق برقی چهار صفحه‌ای با فر و جوجه سرخ‌کنی



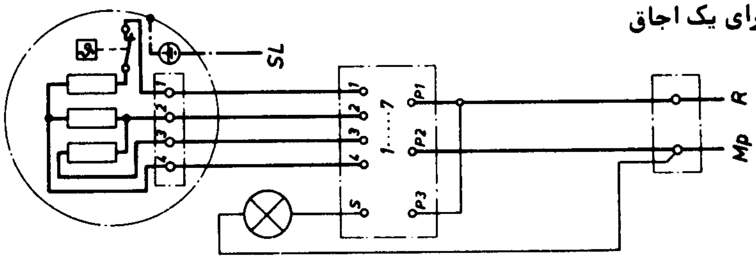
ترتیب اتصال‌ها:
u1 صفحه اجاق فوری
u2 صفحه اجاق سریع
u3 صفحه اجاق خودکار
u4 صفحه اجاق خودکار
h1 لامپ کنترل برای صفحه اجاق
h2 لامپ کنترل برای ترموستات فر
h5 فر
e1 ترموستات
r1 میله حرارتی گریل
r2 گرمای کم (پائین)
r3 گرمای زیاد (بالا)

۳ ــ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۹۰۳ ــ اجاق برقی ، برقهای مختلف ، مدار کنترل و مدار فر

وقتی سیم پیچ‌های حرارتی هر یک با ۲۲۰ ولت کار کنند ، دستگاه را به طریق زیر به‌برق وصل می‌کنند .

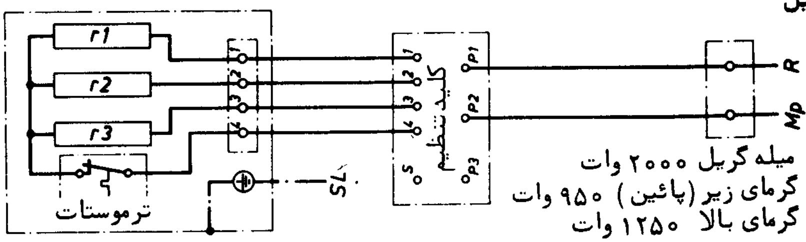


مدار کنترل برای یک اجاق



در داخل کلید اجاق‌ها یک کلید اضافی دیگر برای لامپ کنتــرل وجود دارد که در موقع روشن کردن اجاق لامپ نیز روشن میشود .

مدار فر با گریل



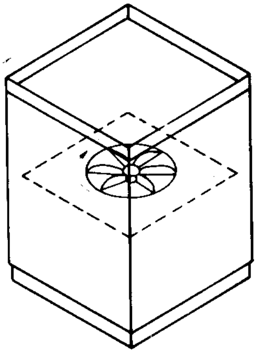
r1 میله گریل ۲۰۰۰ وات
r2 گرمای زیر (پائین) ۹۵۰ وات
r3 گرمای بالا ۱۲۵۰ وات

باکلید تنظیم می‌توان وضعیت‌های زیر را برای اجاق تنظیم کرد :

آ . گرمای زیر تنها ، گرمای بالا و پائین باهم (در هردو حالت حرارت بوسیله ترموستات خود بخود تنظیم میشود) .

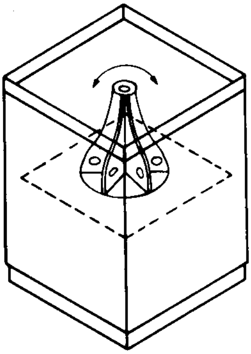
ب .گرمای بالا تنها ، میله حرارتی گریل بتنهائی . در اینجا ترموستات از گرم شدن زیادی جلو گیری میکند .

ماشین رختشوئی بشکه‌ای (لباس‌ها باید داخل کف صابون غوطه‌ور باشند) .



ماشین رختشوئی گردونه‌ای

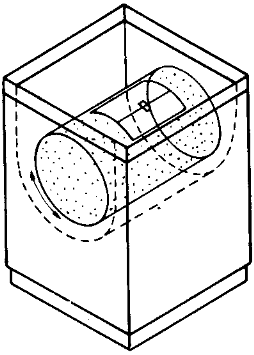
یک گردونه پره‌دار در داخل بشکه با دور زیاد خود تولیدجریان قوی آب‌صابون میکند . مدت شستن لباس‌ها بعد از گرم شدن آب در حدود ۴ دقیقه میباشد .
نسبت وزن لباس‌ها به‌آب صابون ۱به۲۵ است.



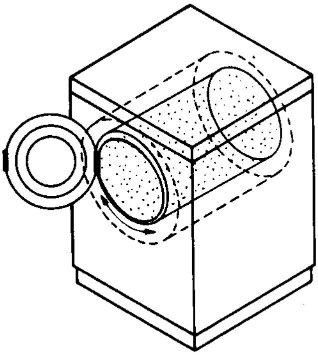
ماشین رختشوئی با پره‌های بهم زن

پره‌های صلیبی شکل رخت‌ها را به‌راست و چپ میگرداند . مدت‌شستن لباسها بعداز گرم شدن آب ۵ تا ۱۵ دقیقه است . نسبت وزن لباس‌ها به وزن آب صابون یک به ۱۵ می‌باشد .

ماشین رختشوئی استوانه‌ای (طبلی) (آب صابون آنقدر زیاد نیست که تمام لباسها باهم داخل آب صابون غوطه‌ور باشند) .



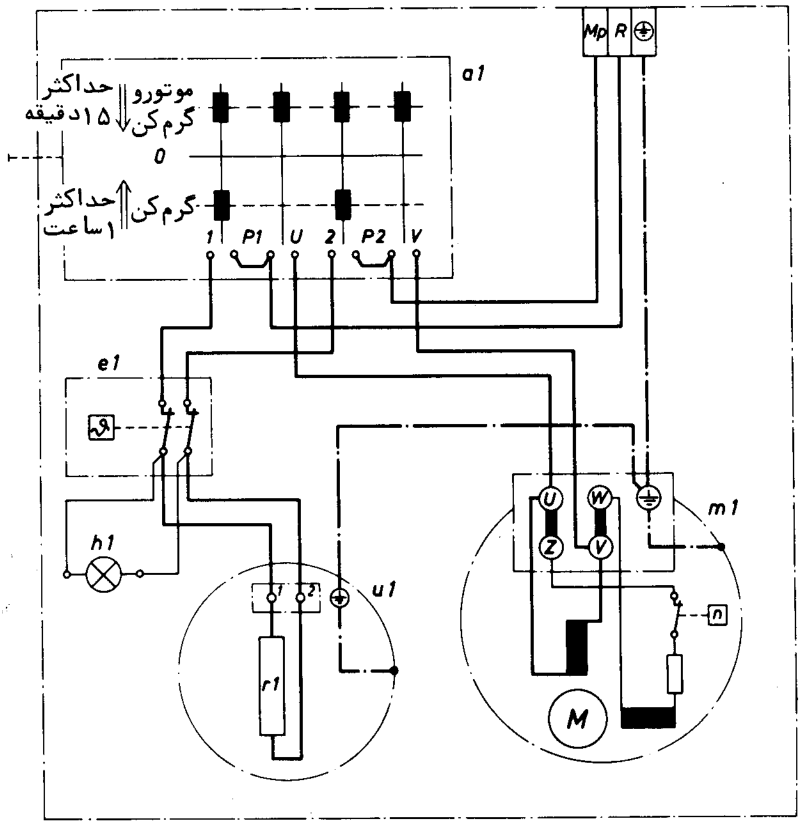
درب از بالا: نسبت وزن لباس‌ها به وزن آب ۱ به ۶۰



درب از پهلو: نسبت وزن لباس‌ها به وزن آب ۱ به ۵۰

استوانه با چرخش خود متوالیا لباس‌ها را از مایع خارج می‌کند و از بالا دوباره داخل مایع می اندازد . زمان شستوی لباس‌ها از ۲۰ تا ۶۰ دقیقه می‌باشد . زمان گرم شدن آب صابون نیــز جزو همین زمان است .

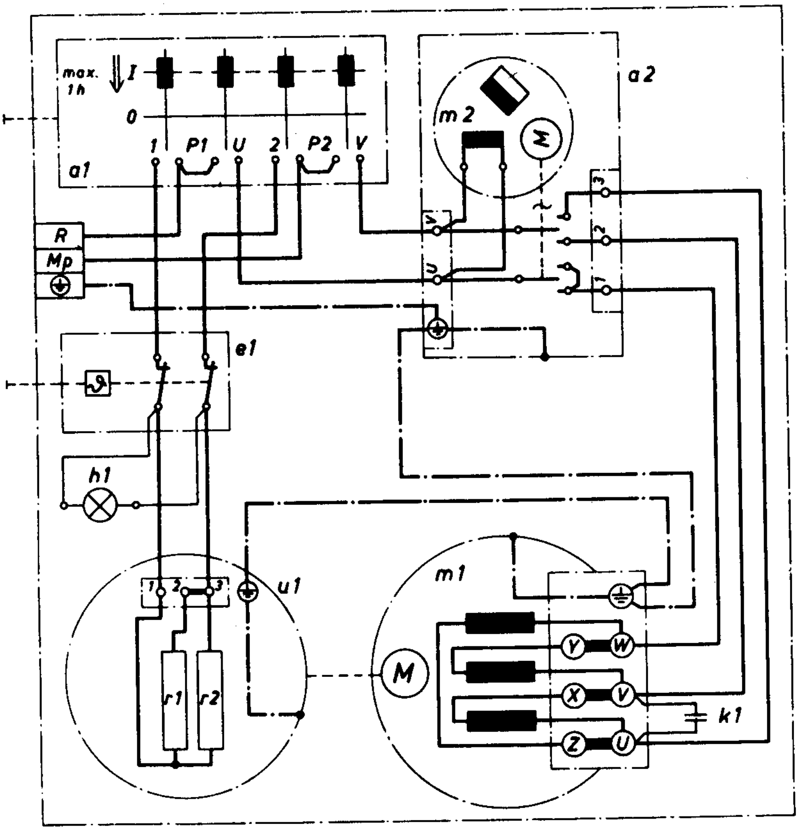
۳ ــ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۱۰۳ ــ ماشین‌های رختشوئی با انواع پره‌های بهم زن



ترتیب اتصال‌ها : a1 کلید اصلی (کلید زمانی برای موتور و گرم‌کن)
m1 موتور
e1 ترموستات
u1 بشکه رختشوئی
r1 گرم‌کن
h1 لامپ کنترل برای ترموستات

رفت و آمد پره‌های بهم‌زن ، مکانیکی انجام میشود . موتور رختشوئی فقط دریک جهت دور می زند . ترموستات از یک لوله انبساطی و یک میله غیر انبساطی تشکیل شده که داخل بشکه رخت شوئی قرار دارد . کلید اصلی مجهز به یک زمان سنج مکانیکی می‌باشد .

۳۰۱۱۰۱ ــ ماشین رختشوئی استوانه‌ای

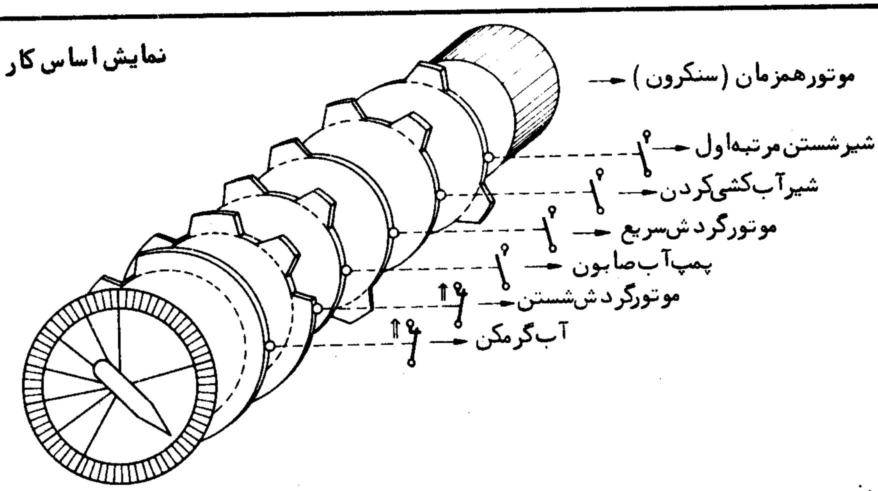


ترتیب اتصال‌ها :

a1 کلید اصلی
a2 کلید گردش معکوس
e1 ترموستات
u1 بشکه ماشین
k1 خازن
m1 موتور گردش استوانه
m2 موتور گردش برنامه
h1 لامپ کنترل
r1 r2. مقاومت‌های حرارتی

جهت گردش موتور استوانه به‌وسیله یک سیستم کلید معکوس می‌شود که این کلید خود به وسیله برنامه گردش موتور کار میکند .
موتور استوانه از نوع موتور سه فاز می‌باشد که به‌وسیله یک خازن کار می‌نماید .
با موازی بستن مقاومت‌های حراتی می‌توان قدرت گرمائی آب‌گرم‌کن از از ۲۵۰۰ وات به ۴۰۰۰ وات رساند .

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۱۱۰۳ ـ دستگاه کلید برنامه ماشین رختشوئی

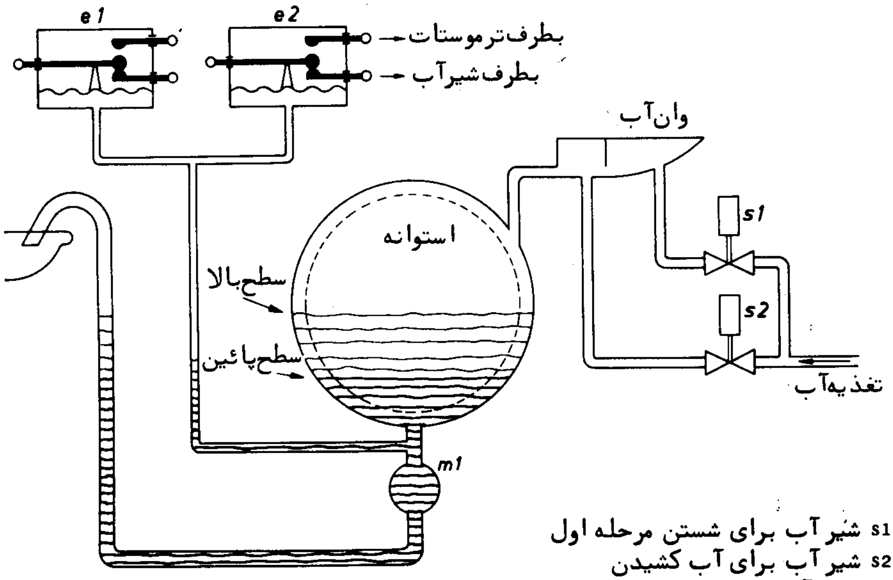


کلید برنامه را روی برنامه دلخواه میگذاریم. (سرعت‌استوانه، مدت‌شستن وگرمای آب، ارتفاع آب صابون، تعداد آب کشیدن‌ها با و یا بدون گردش سریع).
موتور برنامه پس از انتخاب آن میله برنامه را میچرخاند، روی این میله برآمدگی‌های متعددی وجود دارد. به‌طوری‌که در شکل بالا دیده می‌شود به‌ترتیب این برآمدگی‌ها کلیدهای عملیات مختلف را بسته و باز می‌کنند.

چند مثال برای برنامه‌های مختلف:

لباس‌هائی‌که‌باید جوشانده‌شوند استوانه‌درجه‌معمولی	شستشوی‌مرتبه‌اول °۴۰ سلسیوس آب‌وصابون‌زیاد	آب کشیدن در °۹۵ سلسیوس آب‌وصابون‌کم	۵ مرتبه‌آب‌کشیدن باگردشهای‌سریع و خشک کردن آن‌ها
لباس‌های رنگی استوانه‌درجه‌معمولی	شستشوی‌مرتبه‌اول °۳۰ سلسیوس آب‌وصابون‌زیاد	آب کشیدن در °۶۰ سلسیوس آب‌وصابون‌کم	۵ مرتبه‌آب‌کشیدن باگردشهای‌سریع و خشک کردن آن‌ها
لباس‌های نازک استوانه‌درجه‌کم	شستشوی‌مرتبه‌اول °۳۰ سلسیوس آب‌وصابون‌زیاد	آب کشیدن در °۴۰ سلسیوس آب‌وصابون کم	۵ مرتبه‌آب‌کشیدن بدون گردش‌های سریع
لباس‌های پشمی استوانه‌درجه‌کم	شستشوی سرد آب‌وصابون‌زیاد	—	۳ مرتبه‌آب‌کشیدن بدون‌گردش‌های سریع
نایلون و پرلون گاهی درجه‌کم و گاهی‌درجه‌معمولی	شستشوی‌مرتبه‌اول °۳۰ سلسیوس آب‌وصابون‌زیاد	آب کشیدن در °۶۰ سلسیوس آب‌وصابون‌کم	۳ مرتبه‌آب‌کشیدن بدون گردش‌های سریع

۱۰۱۲۰۲ ـ خودکار رختشوئی ، طرز کار



s1 شیر آب برای شستن مرحله اول
s2 شیر آب برای آب کشیدن
m1 پمپ آب صابون
e1 کنترل فشار سطح پائین
e2 کنترل فشار سطح بالا

هر ماشین خودکار بسته بجنس لباس و مقدار کثیفی آنها خود بخود برحسب برنامه‌ای لباس‌را می‌شوید . برای این‌که بتوان کاملا مطابق جنس لباس برنامه را تنظیم کرد ، باید دارای امکان تغیر سطح آب صابون باشد . و این تنظیم بوسیله دو دستگاه کنترل فشار آب انجام میشود .

کلید روی روپوش لاستیکی که همان کنترل فشار آب می‌باشد دو وضعیت دارد یکی آنکه اگر آب هنور کافی نباشد شیر آب را باز می‌گذارد و وقتی آب به‌اندازه شد آن شیر را می‌بندد و دیگر آن‌که دو ترموستات را روش می‌کند .

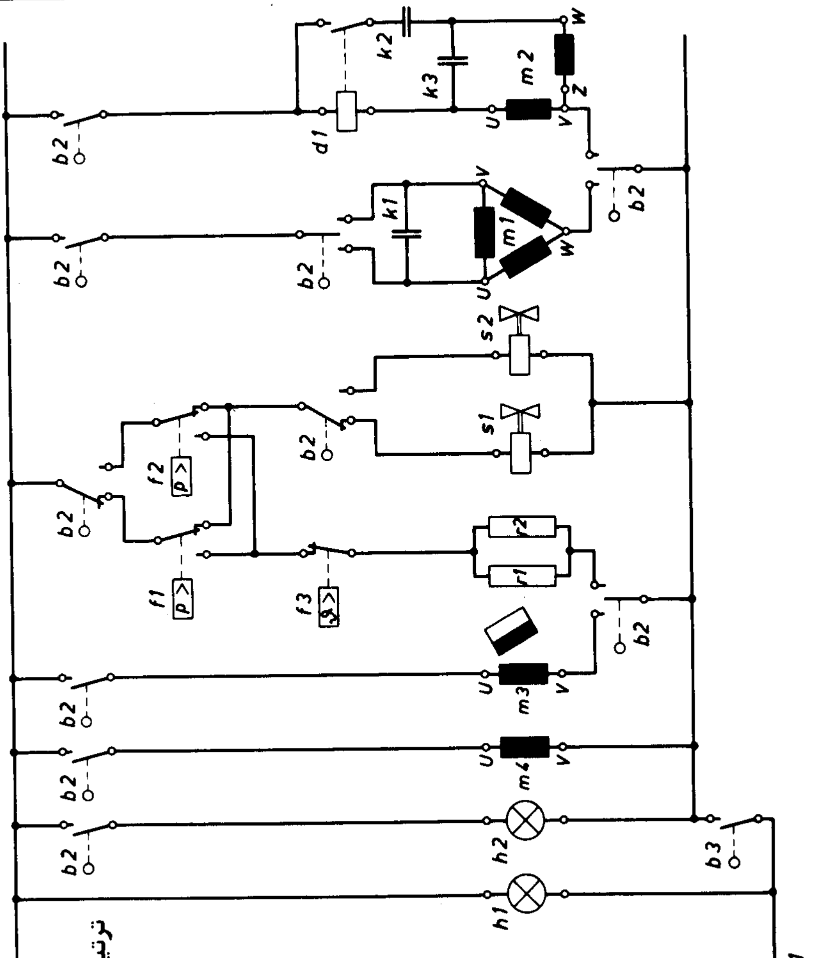
رویهم رفته ۴ موتور برای یک ماشین رختشوئی کاملا خودکار لازم است :

۱ . موتور برای چرخش استوانه
۲ . موتور برای چرخش سریع استوانه (برای فشردن لباس‌ها)
۳ . موتور برای پمپ آب صابون
۴ . موتور برای چرخاندن کلید برنامه دستگاه

شستن چرخاندن سریع بوسیله یک موتور که قابل تنظیم است انجام میشود .

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی

۲۰۱۲۰۳ ـ ماشین رختشوئی کاملا خودکار، مدار اتصال مسیر جریان (خلاصه)



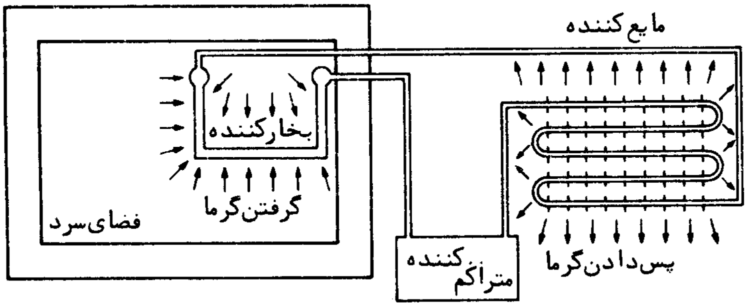
ترتیب اتصال‌ها:

b1 کلید اصلی
b2 کلید برنامه دستگاه
b3 کلید درب
m1 موتور اصلی
m2 موتور چرخش سریع
m3 موتور پمپ آب صابون
m4 موتور همزمان برای دستگاه برنامه
k1 خازن موتور
k2 خازن استارت
k3 خازن در حال کار
f1 دستگاه کنترل فشار آب صابون کم
f2 دستگاه کنترل فشار آب صابون زیاد
f3 ترموستات
s1 شیر آب برای شستن مرحله اول
s2 شیر آب برای آب صاف
h1 لامپ برای آماده بودن دستگاه
h2 لامپ برای کارکرد دستگاه
r1 مقاومت گرم‌کن
r2 مقاومت گرم‌کن
d1 رله شدت جریان

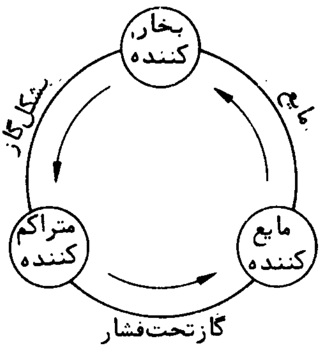
۳ ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۱۳۰۲ ـ یخچال

هر نوع بخار شدن مایه‌ای باعث گرفتن گرمای محیط می‌شود.
سرمائی که از این عمل به دست می‌آید همان سرمائی است در یخچال تولید می‌گردد.

نمایش کلی دستگاه



گردش مایع سرد کننده



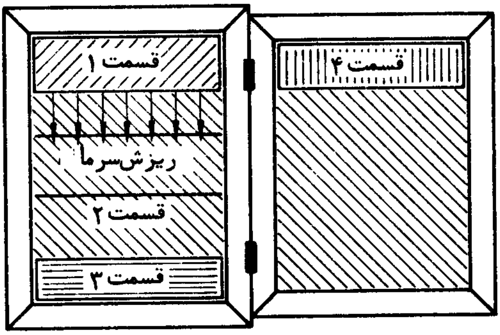
۱ درقسمت سرد کننده یخچال ماده سردکننده بخار می‌شود. معمولا جنس این ماده فریگن است. در موقع بخار شدن ماده سرد کننده حرارت آن به‌شدت پائین می‌آید.

۲ برای این که به توان همان ماده را ثابت در داخل یخچال نگه داشت ماده را دریک گردش دائمی سر بسته می‌گذرانند. پس‌از بخار شدن ماده سرد کننده، این بخار در داخل یک کمپرسور، متراکم می‌گردد.

۳ این بخار که بعلت فشار گرم شده، در داخل یک رادیاتور (کندانساتور) که تماس لوله‌های نازک آن با هوا بسیار زیاد است هدایت می‌گردد. در آن‌جا گرمای گاز از بین می‌رود و به مایع تبدیل میشود. این رادیاتور باید خارج از یخچال قرار داشته باشد. کندانساتور هم مثل تمام دستگاه‌ها دارای اتلاف انرژی است. یعنی حرارتی که او به‌هوا پس می‌دهد بیش تر از حرارتی است که از سرد کننده دریافت می‌کند.

اگر هوا گرم شود، منبسط شده و بالا میرود.
اگر هوا سرد شود، منقبض شده و پائین می‌آید.

اگر سرد کننده یخچال در قسمت‌های بالای آن قرار داشته باشد، هوای سرد شده بوسیله سرد کننده، به پائین می‌آید و در آن‌جا دو باره کمی گرم شده و از اطراف به بالا یعنی قسمت سرد می‌رود. از روی این جریان هوا در یخچال می‌توان فضای یخچال را به قسمت های زیر تقسیم کرد.



قسمت ۱. سرد کننده یخچال سردترین قسمت یخچال است ودرآنجا سرما تولید میشود وبرای تولید یخ و خیلی سرد نگه داشتن خوراکی‌ها می‌باشد.

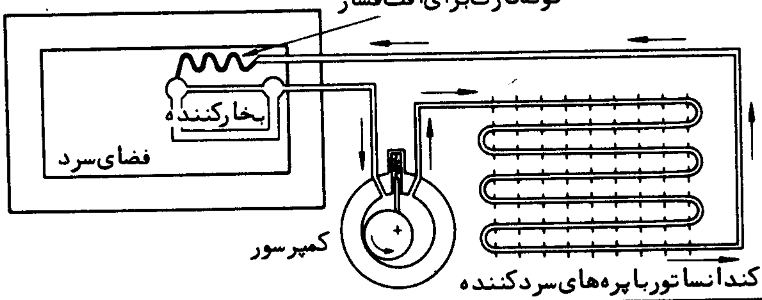
قسمت ۲. طبقات یخچال و قسمت درب که هرچه پائین‌تر می‌آید گرم‌تر میگردد.

قسمت ۳. قسمت سبزیجات که هوای آنجا کمی سرد و مرطوب است. در آنجا میوه نیز میتوان گذارد که تازه بماند.

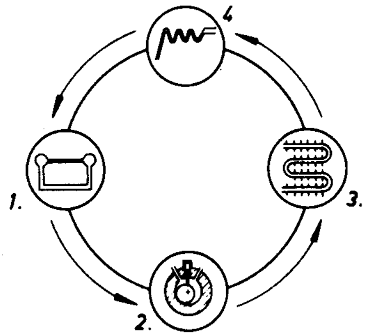
قسمت ۴. قسمت‌های دربسته، که هوای آن کمی خشک وسرداست وبرای کره وپنیر میباشد.

نوعی یخچال وجود دارد که برای ۱۸ـ درجه سلسیوس زیر صفر می‌باشد و اضافه بر آن دارای دستگاهی است که می‌تواند به سرعت به‌منهای ۳۵ درجه سلسیوس زیر صفر برسد. البته انواع یخچال برای سرد نگه‌داشتن خوراکی‌ها زیاد هست. برای مثال یخچال‌هائی‌که درب آن‌ها در بالا قرار دارد و هوای سرد کمتر با باز کردن درب می‌تواند خارج شود. حتی در بعضی از این یخچال‌ها درب بالا همیشه باز است و با وجود این داخل آنها کاملا سرد میماند.

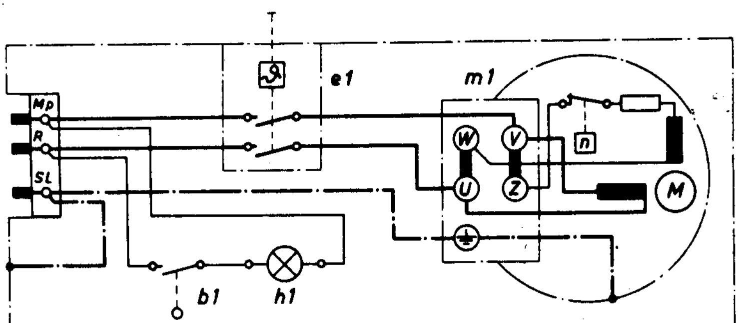
نمایش کلی دستگاه



گردش ماده سرد کننده



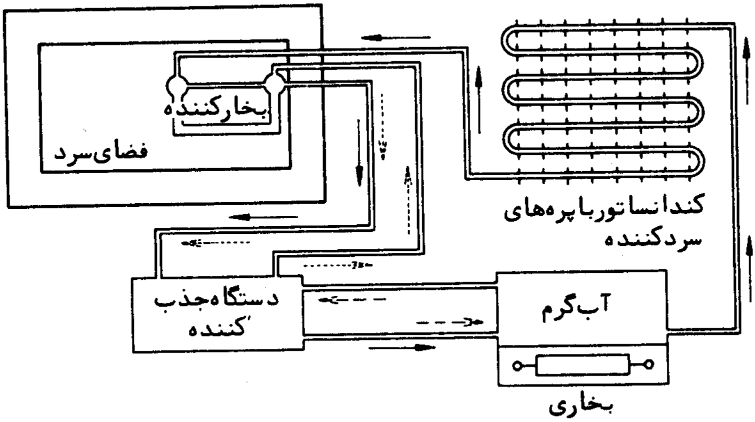
۱. بخار شدن ماده سرد کننده در قسمت سرد کننده.
۲. متراکم شدن بخار در کمپرسور. در این جا انرژی بوسیله یک الکتروموتور تامین میشود.
۳. مایع شدن بخار در کندانساتور تحت فشار واز دست‌دادن حرارت‌خود انجام میشود.
۴. پائین آمدن فشار در لوله‌های نازک. این لوله‌ها بمنزله یک شیر می‌باشند.



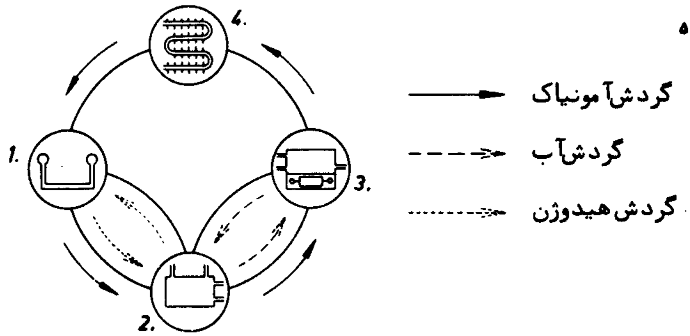
ترتیب اتصال‌ها: e1 ترموستات
m1 موتور
b1 کلید درب
h1 لامپ داخل

۳ــ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۱۴۰۳ ــ یخچال با دستگاه جذب کننده

نمایش کلی دستگاه



گردش ماده سرد کننده



۱ . به‌کمک هیدروژن ماده سرد کننده یعنی آمونیاک بخار میشود و در نتیجه فضای سرد کننده سرد می‌گردد .

۲ . در دستگاه جذب کننده بخار آمونیاک درآب حل میشود ، در نتیجه در قسمت بخار کننده تولید کم‌بود فشار کرده و بقیه آمونیاک بخار می‌گردد . از یک مجرای فرعی گاز هیدروژن دو باره به قسمت بخار کننده بر می‌گردد .

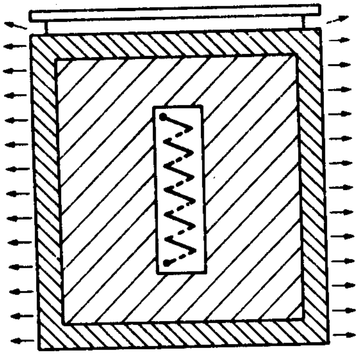
۳ . محلول آب و آمونیاک به قسمت گرم می‌رود و در آنجا آمونیاک بعلت حرارت خارج شده و به‌طرف کندانساتور میرود و آب هم از یک مجرای فرعی به‌دستگاه جذب کننده برمیگردد .

۴ . در کندانساتور بخار آمونیاک تحت تاثیر فشار بخار کننده که از گرم کننده حاصل شده و با از دست‌دادن گرما به پره‌های سرد کننده به صورت مایع در می‌آید . آمونیاک مایع هم به طرف بخار کننده یعنی فریزر می‌رود .

۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی

۱۰۱۵۰۳ ــ بخاری ذخیره‌ای برق شب (انواع مختلف)

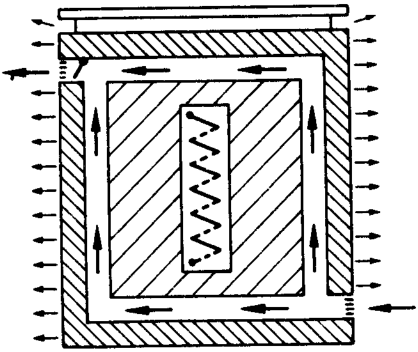
نوع اول



هسته ذخیره کننده‌که بوسیله الکتریسته گرم می شود . با یک طبقه سد کننده گرما از پوشش خارجی جدا میشود . حرارت ذخیره شده تماما از بدنه بخاری خارج می‌گردد و امکان این که گرما را از یک جهت بخصوص خارج کنیم وجود ندارد .

موارد استفاده : در تمام اماکنی که گرمای یک نواخت احتیاج است ، انبارها ، حمام‌ها وغیره

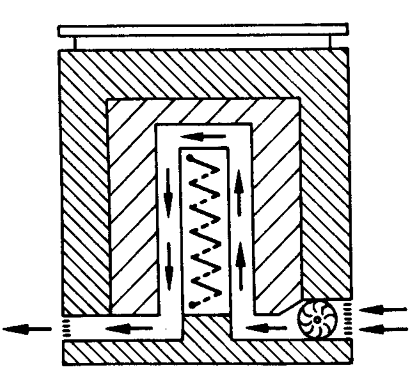
نوع سوم



عایق گرما آنقدر ضخیم است که تقریبا هیچ گرمائی از آن نمی‌گذرد . چون ورودی و خروجی مجرای هوای گرم هر دو در پائین قرار گرفته ، پس بدون دمیدن مصنوعی هوا ، گرما نمی‌تواند از بخاری خارج شود . برای دمیدن مصنوعی از یک هواکش استفاده‌میشود که‌این هواکش بوسیله ترموستات روشن و خاموش میگردد . باین‌ترتیب میتوان درجه حرارت اطاق را بدقت تنظیم کرد.

موارد استفاده : در تمام اماکنی که به درجه حرارت قابل تنظیم احتیاج باشد از این نوع بخاری استفاده می‌شود . مثلا تمام اطاق‌های مسکونی (اطاق نشیمن ، آشپزخانه ، اطاق مهمان خانه و غیره) .

نوع دوم

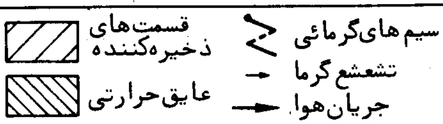


بین هسته ذخیره کننده و عایق حرارتی مجرا هائی وجوددارند که جریان هوا در آنها فقط بر اثر حرارت به‌وجود می‌آید و به‌همین علت ورودی هوا در پائین قرار گرفته و خروجی آن در بالاست . حرارت ذخیره شده ازدو طریق خارج می‌شود :

۱ . از بدنه بخاری

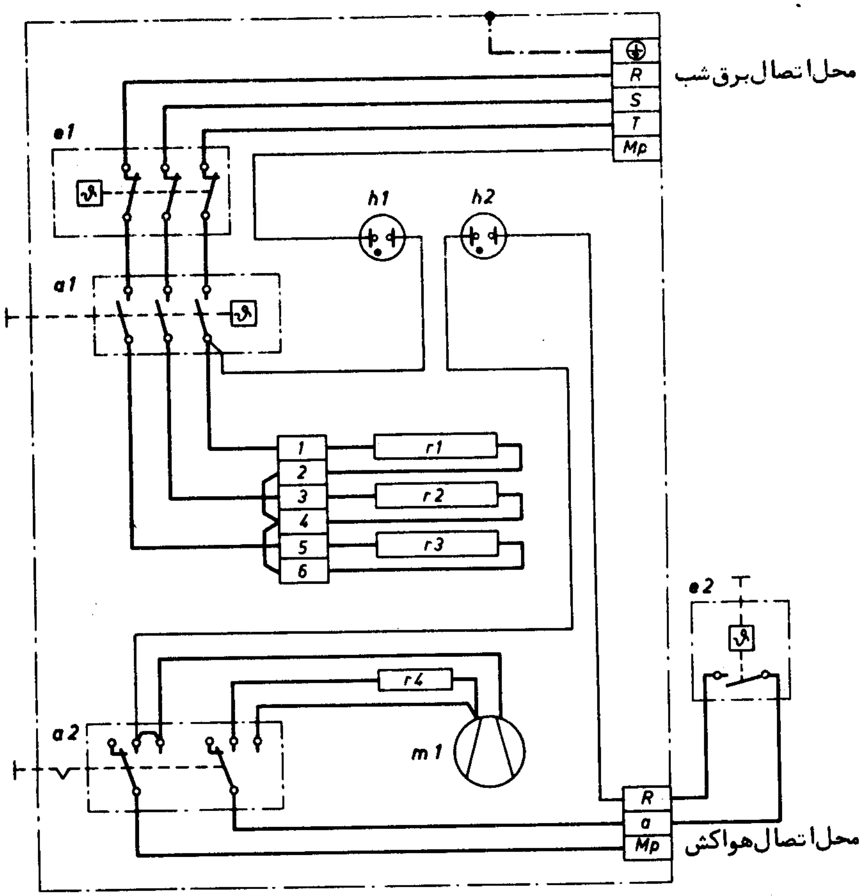
۲ . از جریان هوای گرم در مجرای هوا .

موارد استفاده : در اماکنی که احتیاج به‌گرمادر طول روز بوده و همچنین قابل‌تنظیم باشد ، مانند ادارات .



چون برق شب نسبت به برق روز خیلی ارزان‌تر است (در آلمان غربی) بخاری در شب گرما را ذخیر کرده و در روز این گرما را فقط یا یک هوا کش می‌توان از بخاری گرفت .

۳ــ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۱۵۰۳ ــ بخاری ذخیره‌ای برق شب (مدار اتصال داخلی)

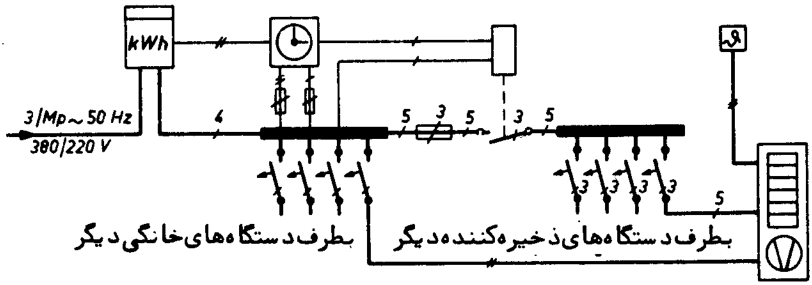


ترتیب دستگاه‌ها : e1 کنترل درجه حرارت (جلوگیری از گرمای زیاده از حد)
e2 ترموستات اطاق برای تنظیم موتور هواکش
a1 کلید مقاومت‌های حرارتی با تنظیم ذخیره گرما
a2 کلید چند وضعیتی برای هواکش
h1 لامپ کنترل برای ذخیره "زرد"
h2 لامپ کنترل برای ذخیره "قرمز"
m1 موتور هواکش
r1,r2,r3 مقاومت‌های حرارتی
r4 مقاومت اولیه برای دور کم

بخاری ذخیره‌ای برق شهر از نوع سوم ، احتیاج به دو محل اتصال برق دارد :

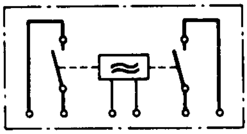
۱. اتصال برای ذخیره گرما در طول شب و برق ارزان .
۲. اتصال برای هواکش برای این‌که در روز بتوان از گرما استفاده کرد .

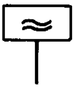
۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۱۰۱۶۰۳ ـ بخاری ذخیره‌ای برق شب (تغییر بهای برق)



کلید ساعتی کنتور را برای برق شب (ارزان‌تر از برق روز در آلمان) تنظیم می‌کند. در بعضی استانها این عمل در ظهر به‌مدت ۲ ساعت نیز انجام میگیرد. برای این‌که دستگاه‌های ذخیره کننده بتوانند دوباره حرارت مصرف شده‌را ذخیره کنند، در شهرهای بزرگ تنظیم کنتورها به برق ارزان از مرکز یعنی از اداره برق انجام میشود و دیگر در این موارد احتیاج بکلید ساعتی برای هر کنتور نیست.

علامت اختصاری برای دستگاه تنظیم کنتور از مرکز

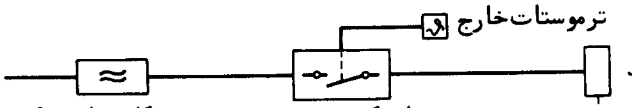




در نقشه اصلی　　　در نقشه نصب

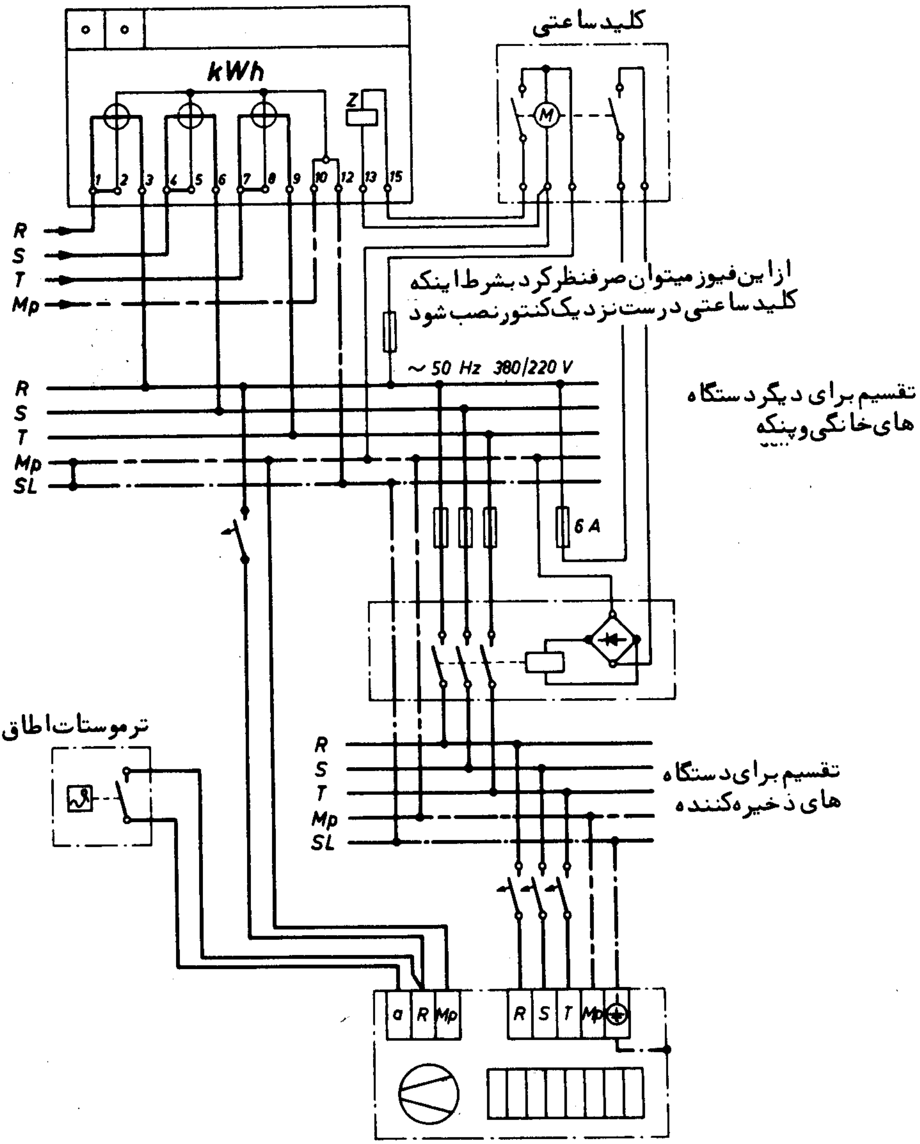
وقتی که کلید ساعتی یا دستگاه تنظیم کنتور مرکز، کنتور را به برق ارزان تنظیم می‌کند، هم زمان با آن یک کلید دیگر برای حافظ جریان یک طرفه بسته می‌شود که به‌وسیله آن دستگاه‌های ذخیره کننده به‌برق وصل می‌شوند. برای این که این دستگاه‌ها بدون صدا باشند، از برق یک طرفه برای دستگاه حافظ استفاده می‌گردد.

چون در دستگاه‌های ذخیره کننده از نوع ۳ در مواقعی که پنکه هم کار نمی‌کند مقداری حرارت از طرفین بخاری بیرون میرود پس منطقی است که در هوای نا مناسب شب مثلا باد زیاد و شب های طوفانی از آخرین ساعات برق شب استفاده شود. برای دستگاه‌های بزرگ‌تر در این موارد یک ترموستات در خارج کار گذاشته شده که به‌وسیله آن ساعات ذخیره تنظیم می‌گردد.



دراین چنین دستگاه‌های ذخیره کننده باید قسمت‌های کلید ساعتی، دستگاه تنظیم مرکزی، و حافظ کلید، فیوز کلید ساعتی نیز وجود داشته باشند.

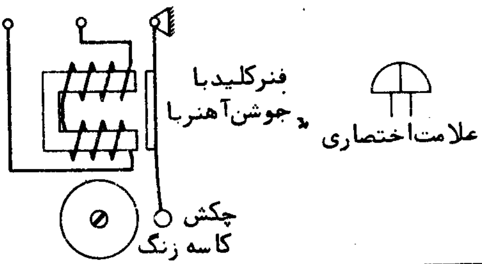
۳ـ دستگاه‌های الکتریکی خانگی
۲۰۱۶۰۳ ـ بخاری ذخیره‌ای برق شب (نقشه تابلوی کنتور)



۴ـ دستگاه‌های تلفن و علائم
۱۰۱۰۴ ـ زنگ با جریان یک‌طرفه

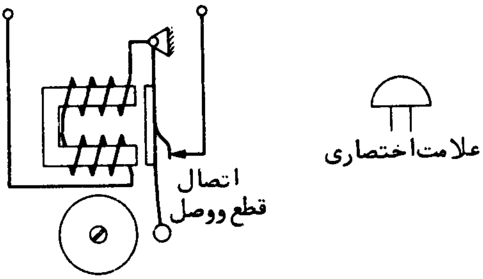
زنگ تکی

دراین نوع زنگ‌ها به‌ازاء هر فشار تکمه یک دفعه چکش به زنگ میخورد. این نوع زنگ برای علامت دادن به‌کار می رود.



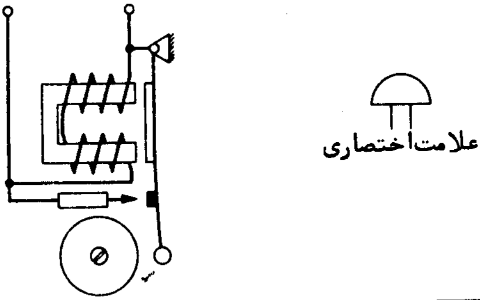
زنگ ممتد

جریان برقی که برای تولید میدان مغناطیسی ودرنتیجه ضربت‌زدن چکش به کاسه زنگ لازم است، از طریق یک کلید به سیم‌پیچ می‌رسد. تا موقعی‌که انگشت روی‌تکمه فشارآورد زنگ میزند.



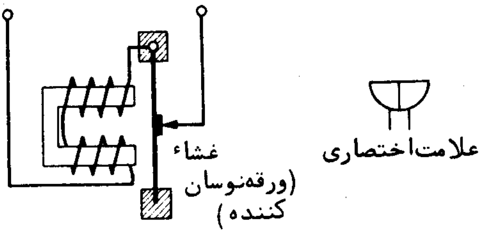
زنگ اتصال کوتاه

دراین نوع زنگ‌ها بوبین و قطع کننده باهم موازی وصل شده‌اند ووقتی جوشن به وسیله آهن ربا جذب می‌شود و در نتیجه به زنگ ضربه زده می‌گردد، به موازات مدار مقاومت قطع کننده وصل میشود وباعث اتصال‌کوتاه برای بوبین می‌گردد و چکش دوباره بر می‌گردد.



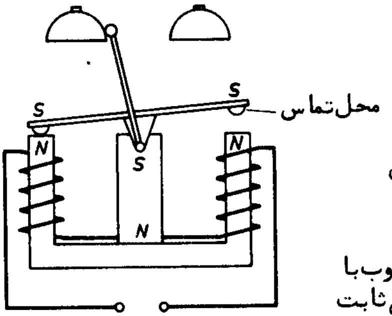
زنگ نوسانی

این نوع زنگ اساسش مثل زنگ ممتد می‌باشد ولی از کاسه زنگ استفاده نه شده بلکه مثل یک بلندگو از نوسانات یک ورقه صوتی استفاده می‌شود.



۴ـ دستگاه‌های تلفن و علائم
۲۰۱۰۴ ـ زنگ با جریان متناوب

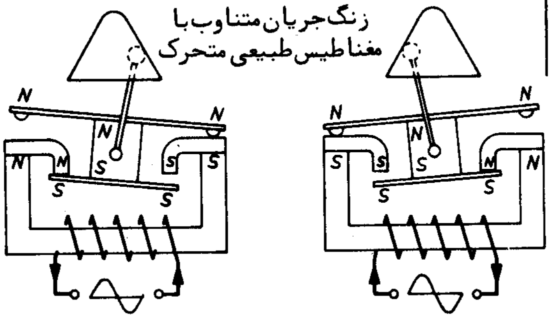
زنگ با یک و دو بوبین
از قسمت‌های اصلی زیر تشکیل شده: مغناطیس طبیعی، هسته آهنی، بوبین و جوشن.
جریان متناوب میدان مغناطیسی متناوبی برای دوجوشن بوجود میآورد. وقتی یکی زیاد میشود دیگری کم می‌گردد و بلعکس ودر نتیجه چکش با تغیر جهت جهت جریان یک دفعه به زنگ سمت راست و بعد بزنگ سمت چپ ضربه می زند. چکش انرژی حرکتی خود را به زنگ داده و باعث صدا می‌گردد.



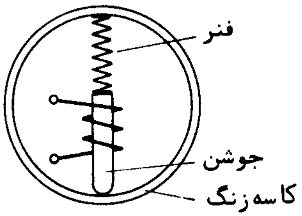

علامت اختصاری

زنگ جریان متناوب با مغناطیس طبیعی ثابت

زنگ جریان متناوب با مغناطیس طبیعی متحرک

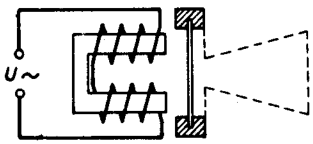


زنگ جریان متناوب بدون مغناطیس طبیعی
بوبین بوسیله یکجریان متناوب تولید میدان مغناطیسی متناوب کرده وهسته آهن که کار چکش را هم انجام میدهد با فرکانس جریان به‌زنگ ضربه میزند.




علامت اختصاری

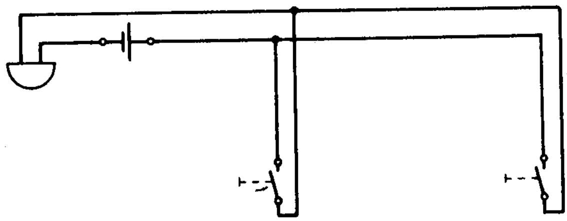
بوق با جریان متناوب
جوشن این بوق از یک ورقه غشائی درست شده است. نوسانات جریان برق به نوسانات میدان تبدیل شده و بعد این نوسانات ورقه غشاءرا تحریک کرده وباعث تولید صوت میشود.



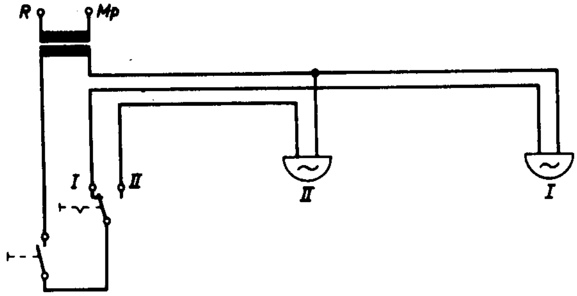

علامت اختصاری

۴ ـ دستگاه‌های تلفن و علائم
۱۰۲۰۴ ـ مدارهای زنگ‌ها

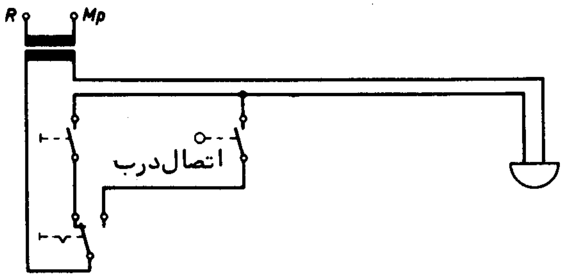
این زنگ را می‌توان از دو نقطه به‌کار انداخت.



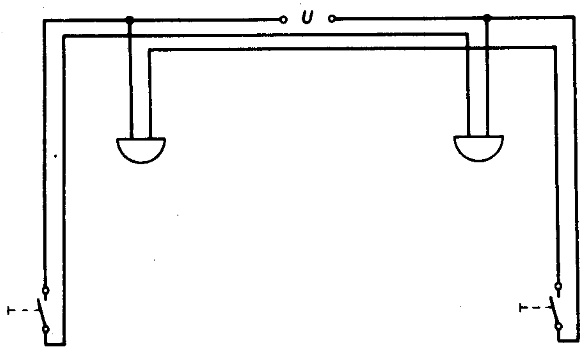
هریک ازاین دوزنگ با جریان متناوب را می توان به دلخواه انتخاب کرد و زنگ زد.



تغیر اتصال از زنگ به اتصال درب

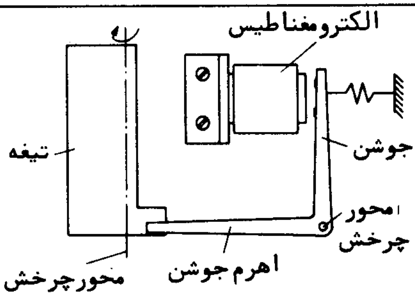
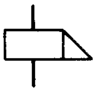


دستگاه زنگ برای اطلاع متقابل

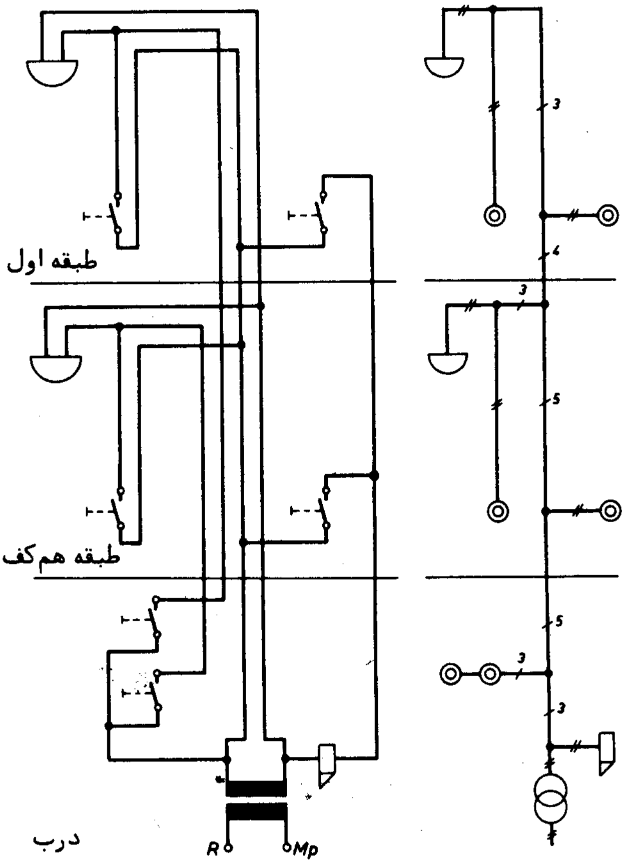


درب بازکن

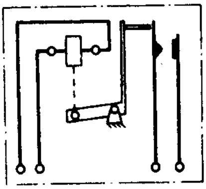
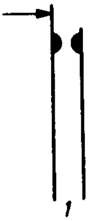
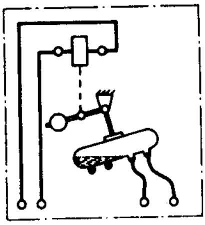
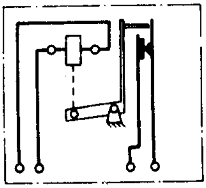
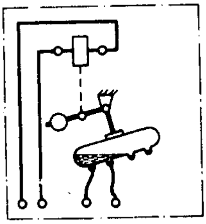
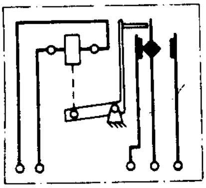
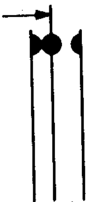
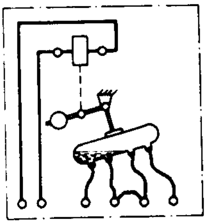
این دستگاه شامل یک الکترو مغناطیس یک جوشن با اهرم و یک تیغه چفت که حول یک محور میگردد . وقتی تکمه در بازکن فشار داده شود ، بوبین الکترو مغناطیس جوشن را جذب کرده و اهرم جوشن هم تیغه چفت را می‌چرخاند و درب می‌تواند باز شود .

ترتیب ساختمان	علامت اختصاری
	

زنگ منازل و دستگاه درب بازکن



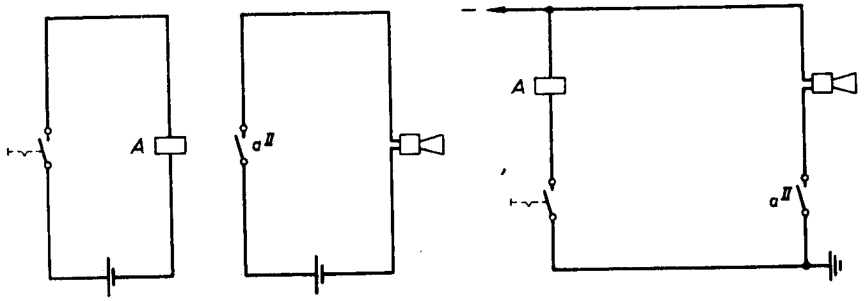
۱۰۳۰۴ ــ انواع رله‌ها

a	b	c	
	 1		آ. رله با کنتاکت فنری تماس در موقع کار (بسته) ب. شکل کنتاکت ج. رله جیوه‌ای با تماس در موقع کار وقتی بوبین رله جوشن را جذب می‌کند رله وصل میشود.
	 2		آ. رله با کنتاکت فنری ساکن (باز) ب. شکل کنتاکت ج. رله جیوه‌ای با کنتاکت ساکن وقتی از بوبین جریـان نه‌گذرد کنتاکت ساکن بسته است.
	 2 1		آ. رله با کنتاکت فنری تغییر اتصال (بسته و باز کننده) ب. شکل کنتاکت ج. رله جیوه‌ای با کنتاکت تغیر اتصال وقتی جریان از بوبین می‌گذرد یک اتصال بسته و اتصال بعدی باز خواهد بود.

۴ـ دستگاه‌های تلفن و علائم
۲۰۳۰۴ ـ مدارهای رله‌ها

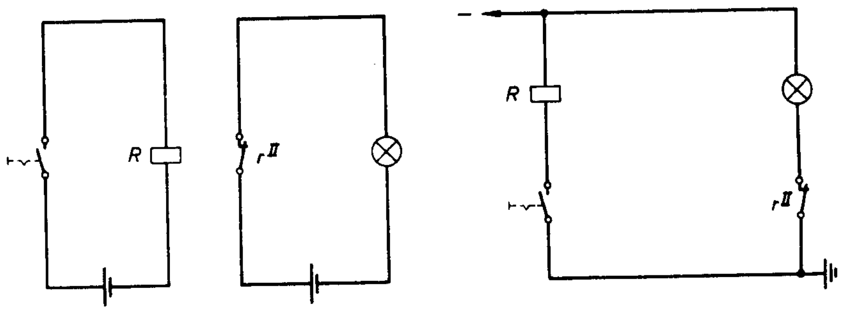
مدارمسیرجریان

رله‌بااتصال‌کار

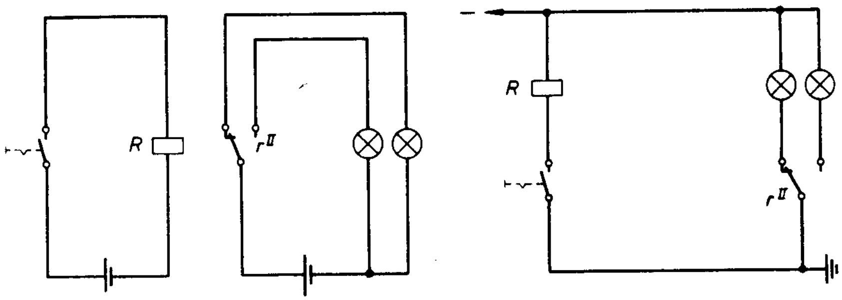


مدارهدایت‌کننده   مدارهدایت‌شونده

رله‌اتصال‌ساکن

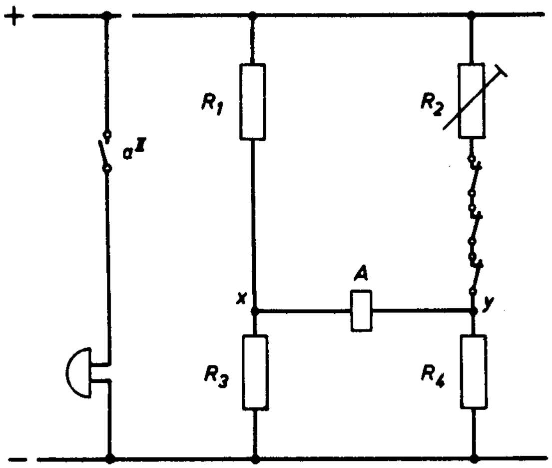


رله‌باکنتاکت‌تغیراتصال



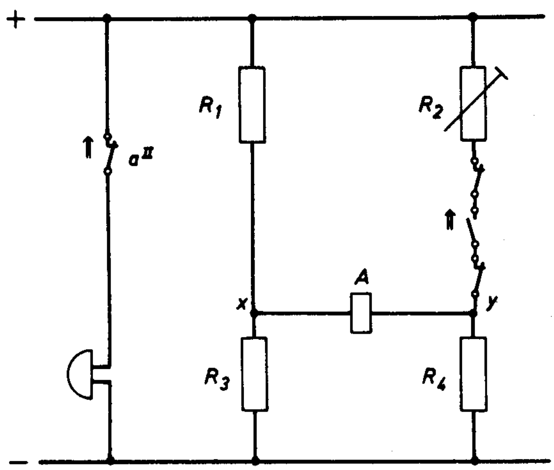
۴ – دستگاه‌های تلفن و علائم
۱۰۴۰۴ – محافظت اماکن (حالتهای اتصال)

دستگاه جریان ساکن در مدار پل



۱ – دستگاه آماده کار می‌باشد

مقاومت‌های این مدار طوری انتخاب شده‌اند که نسبت A_1 به A_2 مثل A_3 به A_4 میباشد. در نتیجه افت ولتاژ روی A_1 مساوی افت ولتاژ روی A_2 است. و همچنین افت ولتاز $\bar{A}_3$ برابر افت‌ولتاژ روی $\bar{A}_4$ می‌باشد. ولتاژ بین دو نقطه X و Y در این‌صورت صفر بوده و رله A بدون جریان خواهد بود.



۲ – دستگاه اعلام خطر میکند

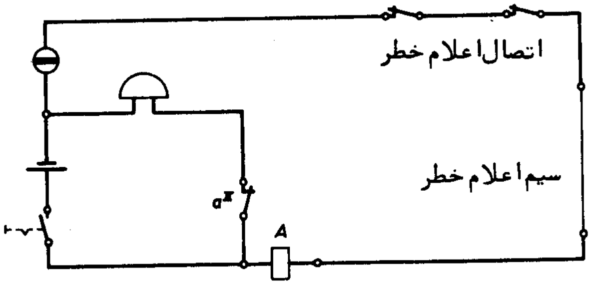
حالا اگر در اثر ورود دزد مثلا از یک پنجره کنتاکت مخفی باز شود، تعادل این پل بهم می‌خورد. جریانی که از مثبت به مقاومت A_1 میرود در نقطه x منشعب میگردد. قسمتی از جریان از A_2 میگذرد و قسمتی هم از رله A و $\bar{A}_4$ به منفی میرود. همجنین جریان کافی است که رله A را جذب کرده و بوسیله اتصال "a اعلام خطر کند.

۴ ـ دستگاه‌های تلفن و علائم
۲۰۴۰۴ ـ دستگاه حفاظت اماکن

این دستگاه برای حفاظت اماکن از دستبرد و دزدی می‌باشد. در این دستگاه اتصال‌ها و رشته سیم‌های نازکی را می‌توان کار گذاشت که با قطع هر یک از آن‌ها دستگاه اعلام خطر کند.

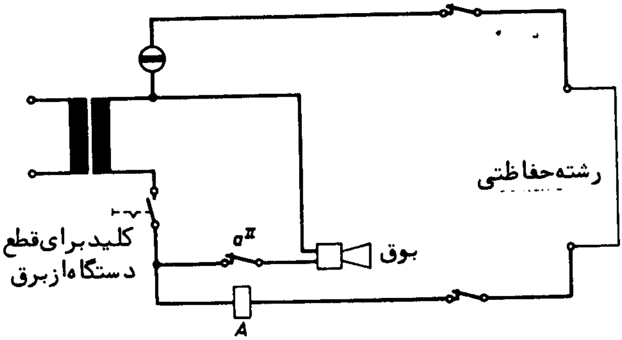
دستگاه با جریان ساکن

وقتی یک اتصال اعلام خطر باز شود (بوسیله باز شدن درب یا پنجره و یا رشته سیم داخل شیشه)، جوشن رله A جذب شده و بوق دستگاه را اتصال می دهد. شکل روبرو طرز کار این دستگاه را نمایان میسازد.



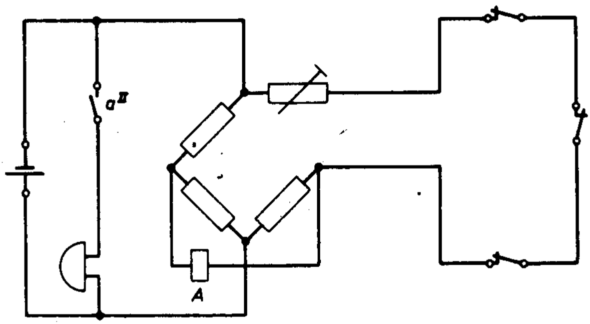
دستگاه با جریان ساکن

با مبدل جریان و بوق



دستگاه با جریان ساکن و پل

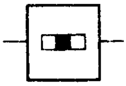
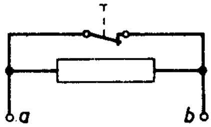
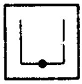
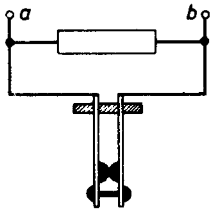
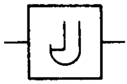
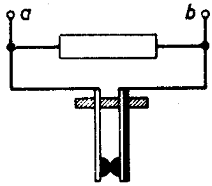
این دستگاه مثل یک پل درست شده. به‌وسیله تنظیم مقاومت می‌توان پل را طوری متعادل کرد که از رله A جریانی نگذرد. با تغیر مقاومت تعادل پل به هم خورده و رله A شروع به‌کار کرده و بوق خطر به‌صدا در می‌آید.



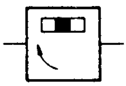
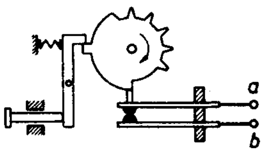
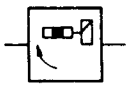
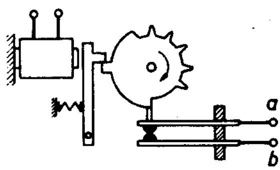
۴ ــ دستگاه‌های تلفن و علائم

۱۰۵۰۴ ــ اعلام آتش سوزی ، اساس و طرز کار

سه دستگاه اعلام آتش سوزی زیر در دستگاه‌های جریان ساکن که بر اساس سیستم خطی کار می کنند موارد استفاده دارند .

نامگذاری	علامت	ساختمان داخلی
تکمه فشاری آتش سوزی ــ فرعی تکمه دریک قوطی قرمزکه در جلوی آن شیشه‌ای است قرار دارد .		
لحیم ذوب شونده دو اتصال فنری بوسیله یک لحیم نرم باهم درتماسند . در درجه ۷۰ سانتی گراد این لحیم ذوب میشود واتصالها از هم باز میشوند .		
درجه حد اکثر دو اتصال یکی فلز معمولی و دیگری از "بیمتال" میباشندکه دردرجه حرارت معمولی بهم چسبیده‌اند و بمحض گرم شده غیرعادی بیمتال کج‌شده و تماس از بین میرود .		

دستگاه‌های اعلام آتش سوزی زیر با سیستم شبکه‌ای کار میکنند . در اساس مثل دستگاه‌های یاد شده در بالا ساده نمی‌باشند . با این سیستم ، محلی که از آن اعلام آتش سوزی انجام می‌شود باید در مرکز قابل تشخیص باشد .

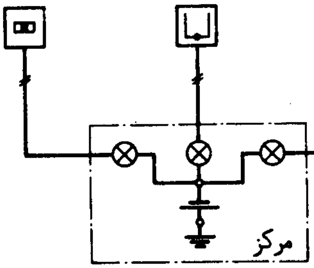
دستگاه اعلام آتش‌سوزی باسیستم کوک با فشار تکمه گردونه‌ای که قبلا مثل ساعت کوک شده است آزاد می شود و شروع به چرخش کرده و ابتدا تولید ضربه‌های متوالی برای اعلام آتش سوزی و بعد ضربه‌های مشخص کننده آن محل را می‌نماید .		
دستگاه اعلام آتش سوزی کوکی و با استارت الکتریکی در این دستگاه گردونه کوک شده به وسیله علامت الکتریکی شروع به چرخ مینماید . این دستگاه برای محل‌هائی به کار می‌رود که از یک مرکز فرعی به مرکز اصلی بتوان خبر فرستاد .		

۴ ـ دستگاه‌های تلفن و علائم
۲۰۵۰۴ ـ دستگاه اعلام آتش سوزی

دستگاه‌های اعلام آتش سوزی که یا بر اساس خطی و یا بر اساس شبکه‌ای کار می‌کنند .

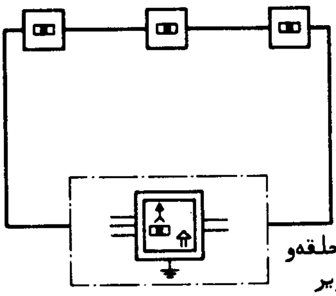
سیستم خطی یا رادیال

هر دستگاه اعلام آتش سوزی با دو رشته سیم با مرکز در تماس است . هر یک از سیم‌ها به وسیله دستگاه کنترل می‌شوند .
حسن دستگاه : اعلام کننده دستگاه و کنترل بسیار ساده درست شده‌اند .
عیب دستگاه : برای هر اعلام کننده احتیاج به دو سیم می‌باشد .



سیستم حلقه‌ای

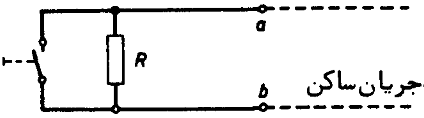
در اینجا دستگاه‌های اعلام آتش‌سوزی متعددی پشت سرهم دریک حلقه سیم قرار دارند . این اعلام‌کننده‌ها ازنوع تکمه فشاری با گردونه کوکی هستند .
حسن دستگاه : فقط یک‌حلقه سیم لازم است .
زیان دستگاه : دستگاه‌های فنی این سیستم ساده نیستند .



هر دونوع این سیستم‌ها یعنی خطی و حلقه‌ای براساس تقویت ویا تضعیف جریان کار میکنند .

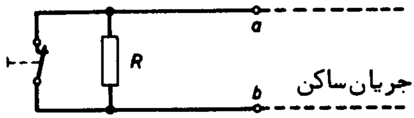
تقویت جریان برق

بافشاردادن تکمه واتصال‌کوتاه مقاومت R ، شدت جریان درمدار زیاد میشود.



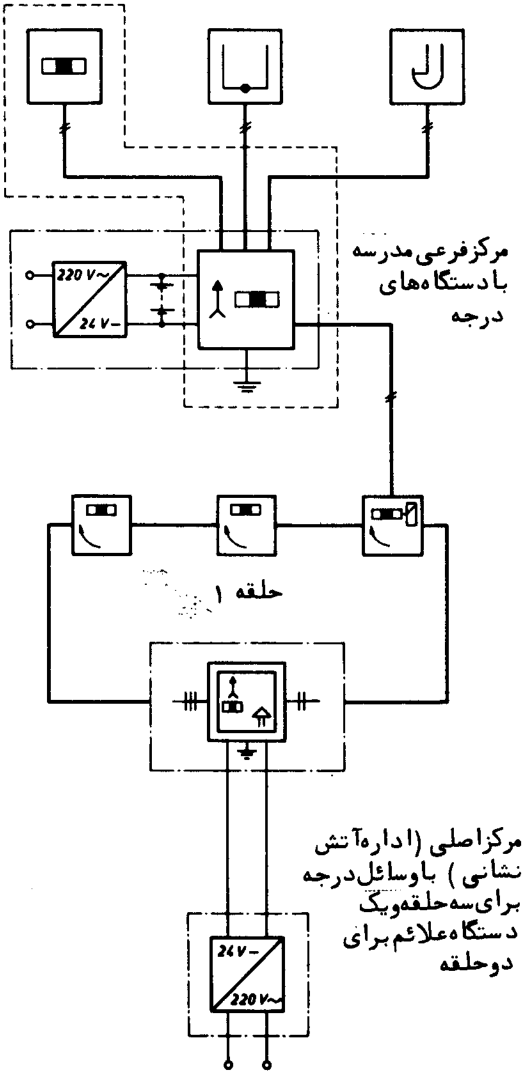
تضعیف جریان برق

درست برعکس بالا بافشار دادن تکمه مقاومت R از اتصال کوتاه بیرون آمده و ازآن جریان می گذرد و در نتیجه جریان تضعیف می‌گردد . این سیستم از سیستم بالائی بهتر است وچون اگر هم تکمه کثیف یا اکسیده شود باز هم مانعی به‌وجود نمی‌آید .



۱۰۶۰۴ ـ دستگاه اعلام آتش سوزی ، نقشه اختصاری

این نقشه یک دستگاه اعلام آتش‌سوزی بطور مختصر میباشد . مرکزاین دستگاه در اداره آتش نشانی شهر قرار دارد . در تمام قسمت‌های شهـر دستگاه‌های اعلام خطر کار گذاشته شده است .
چنانچه دیده میشود حلقه ۱ دارای ۲ دستگاه اعلام آتش سـوزی با سیستم کوکی ویک اعلام آتش‌سوزی با سیستم کوکی و سینگال الکتریکی میباشد .
این دستگاه با علائم الکتریکی در حقیقت مرکز فرعی برای مدرسـه فنی است . مثلا اگر در آزمایشـگاه مدرسه فنی کسی یک آتش سوزی را کشف کند و تکمه اعلام آتش سوزی را فشار دهد درمرکز فرعی مدرسه یک‌علامت تولید میکند وبوسیله یک‌لامپ مشخص‌کننده نقطه حریق‌را مشخص میکند . بموازات آن بوسیله یک ضربه الکتریکی دستگاه یکضربه الکتریکی دستگاه اعلام حریق حلقه ۱ به‌کار می‌افتد و این خبر را به اداره آتش نشانی میفرستد .



قسمتی که در نقشه مختصر در داخل خط چین قرار دارد ، در اینجا نقشه مسیر جریان آن توضیح داده میشود .

۱ ـ دستگاه آماده کار می‌باشد

یک جریان ساکن از منفی شروع شده و از رله D و F و کلید T گذشته به مثبت می‌رود . تمام اتصال‌های f و d در قسمت‌های خط چین قرار دارند .

۲ ـ اعلام حریق

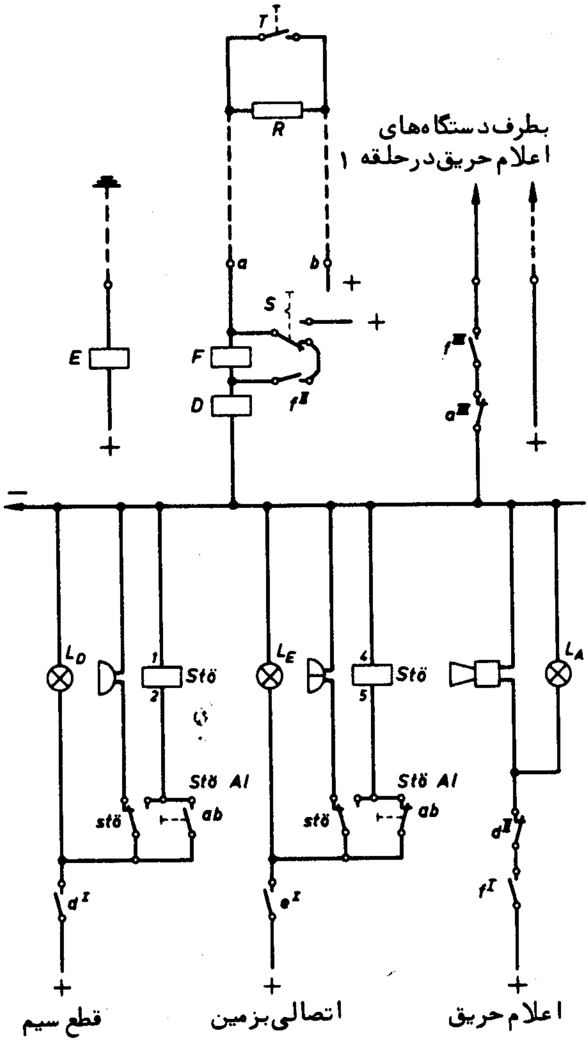
در دستگاه اعلام حریق تکمه T فشار داده می‌شود . حالا یک جریان ضعیف تری از منفی به رله D ، F و R به مثبت میرود . مقدارمقاومت R طوری انتخاب شده که در این موارد رله F رها شده و رله D جذب شده می‌ماند . رله F از طریق مثبت d''، f'، بوق و لا و منفی اعلام حریق می‌کند . به‌موازات آن از f''' دستگاه اعلام حریق باعلامت برقی در حلقه ۱ شروع به کار می‌کند و این خبر را به‌مرکز میرساند . اتصال f'' هم این است که این خبر ممتد باشد وفقط بوسیله S بتوان آن‌را قطع کرد .

۳ ـ قطع سیم

اگر سیم قطع شود درجریان ساکن رله D رها می‌شود و از طریق d' علائم پارازیت می‌فرستد و مانع اعلام حریق به‌وسیله f'' و f''' می‌شود .

۴ ـ اتصال با زمین

وقتی با زمین اتصالی به‌وجود آید رله E ازطریق e' علامت پارازیت میفرستد.



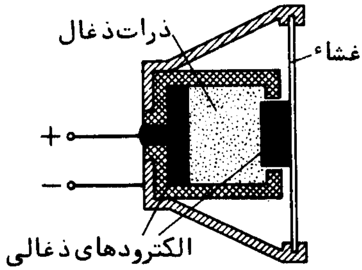
۴ ـ دستگاه‌های تلفن و علائم

۱۰۷۰۴ ـ میکروفون، گوشی، دستگاه مکالمه متقابل

علامت اختصاری	اساس	

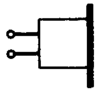
میکروفون

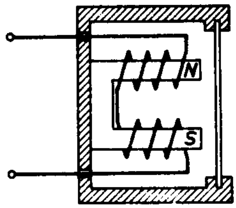




میکروفون ازدو الکترود ذغالی تشکیل شده و ما بین این دو الکترود پودر ذغال می‌باشد. وقتی امواج صوتی به ورقه‌روی پودرذغال میخورند هم‌آهنگ با خود به‌این انبوه پودر کم و یا زیاد فشار وارد میکنند و در نتیجه مقاومت بین دو الکترود کم و زیاد میشود.

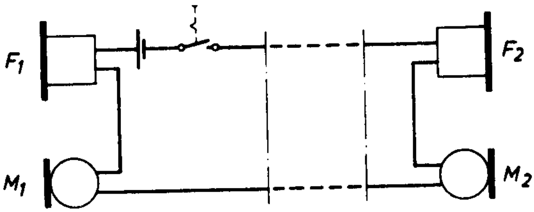
گوشی





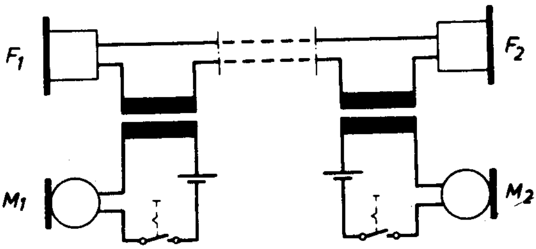
دستگاهی است که نوسانات الکتریکی را به صوتی تبدیل می‌کند. وقتی از داخل سیم پیچ‌که دور مغناطیس طبیعی پیچیده شده جریان نوسان‌کننده عبور نماید متناسب با این نوسانات میدان مغناطیسی این آهن ربا تقویت شده و متناسب با آن غشائی که در جلو قرار دارد و بمیدان‌مغناطیسی حساس است نوسان می‌کند و در نتیجه این نوسان ها صدا تولید می‌گردد.

دستگاه مکالمه متقابل (مدار مستقیم)

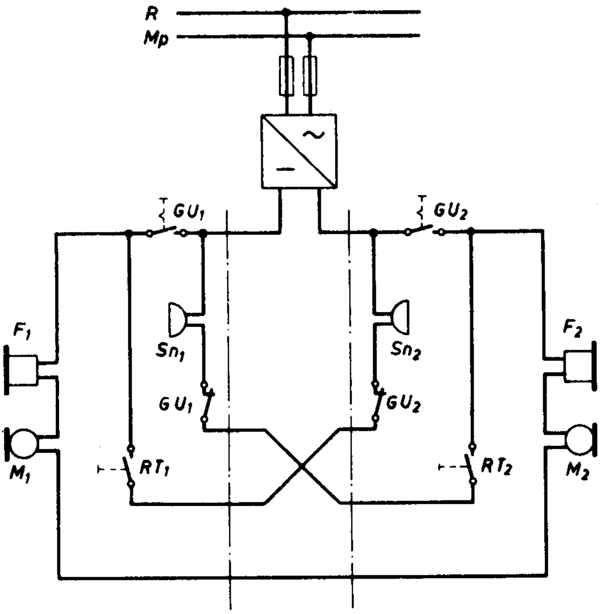


در این نوع مدار هر دوی میکروفون و گوشی در یک مدار سری قرار دارند.

دستگاه مکالمه متقابل (مدار غیر مستقیم)

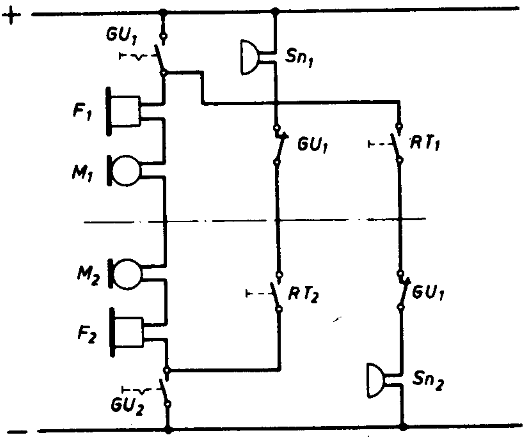


در این مدار اضافه برآن دو مبدل نیز در نظر گرفته شده است. نوسانات شدت جریان که به‌وسیله میکروفون به وجود می‌آید در سیم پیچ دوم مبدل ولتاژی متناسب با آن القاء می‌کند.



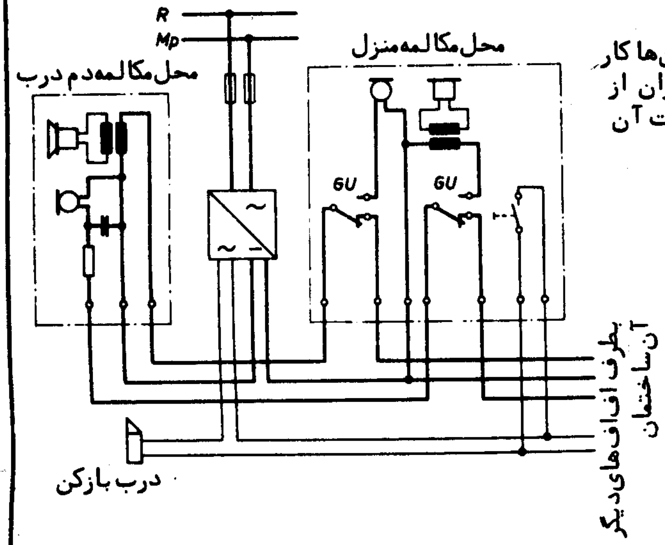
دو نقطه مکالمه

F گوشی
M میکروفون
GU قلاب تغیر اتصال
Sn زنگ
RT کلید صحبت



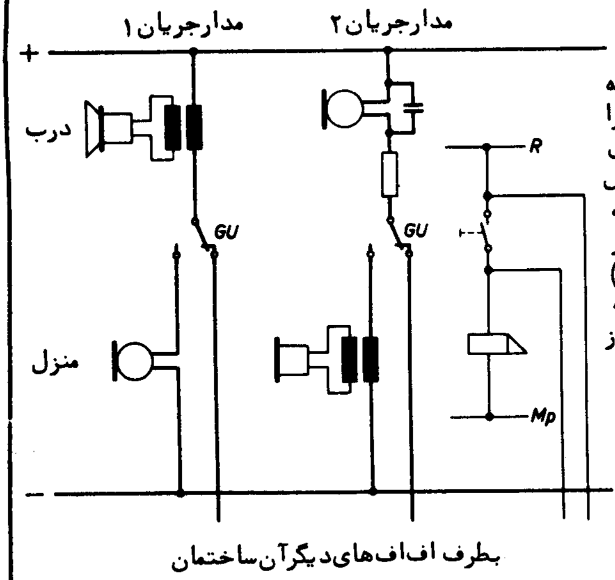
نقشه مسیر جریان

اگر کسی گوشی را که از گوشی F1 و میکروفون M1 تشکیل شده بر دارد، قلاب تغیر اتصال CU1 جابجا شده و کلید صحبت RT1 را به‌کار میاندازد و زنگ Sn2 در دستگاه طرف بصدا در می‌آید. به‌محض این که طرف مکالمه گوشی را که از F2 و M2 تشکیل شده بر داشت و در نتیجه کلید GU2 را تغیر داد، مدار جریان مکالمه +، GU1، F1، M1، M2، F2، CU2، ــ بسته میشود و دستگاه آماده برای مکالمه میباشد.



دستگاه اف اف

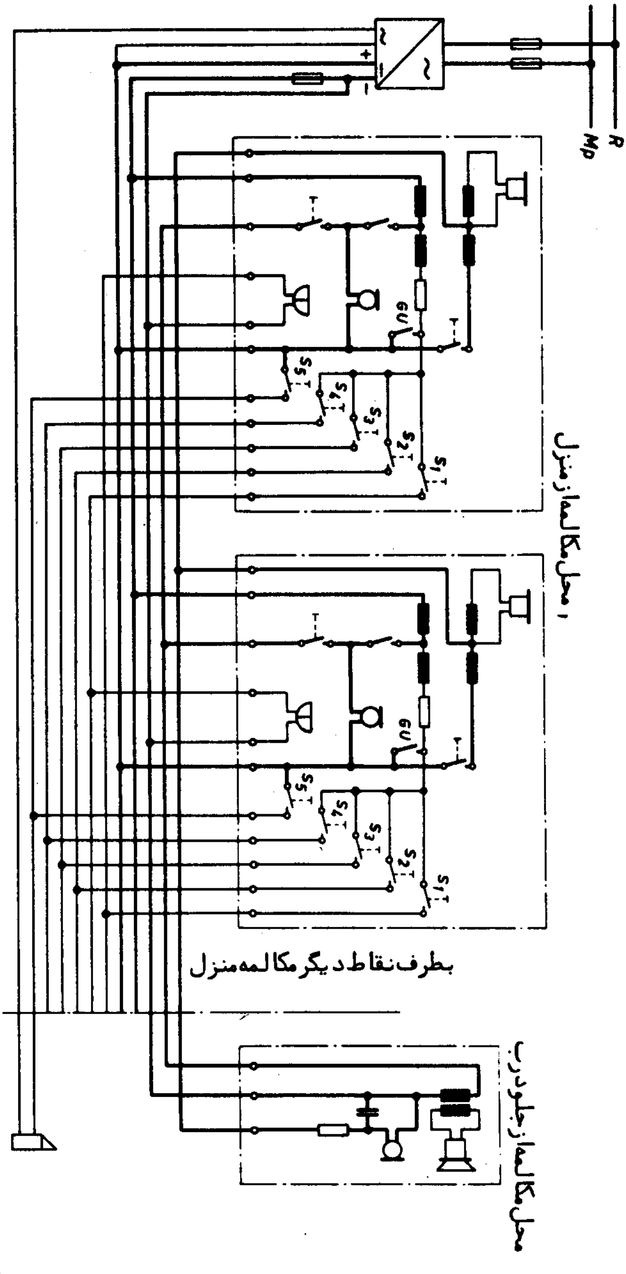
با گوشی‌های متعدد در آپارتمان‌ها کار این دستگاه‌ها این است که به‌توان از درب ساختمان با تمام طبقات آن صحبت کرد.



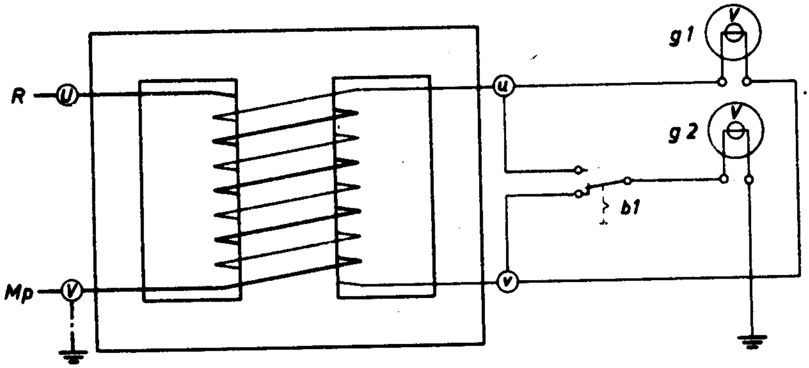
دستگاه اف اف

به‌وسیله یک زنگ اخبار معمولی کسیکه بخواهد وارد منزل شود اهل منزل را خبر می کند. وقتی گوشی در داخل منزل برداشته شود، کلید تغیر اتصال یج دو مدار مکالمه به وجود می‌آورد، یعنی ازدم درب به‌داخل منزل (مدار یک) و از منزل به‌دم درب (مدار دو) برای مکالمه بر قرار میشود. به وسیله فشار دادن تکمه روی دستگاه درب باز می‌گردد.

۲۰۸۰۴ ـ تلفن داخلی و اف اف

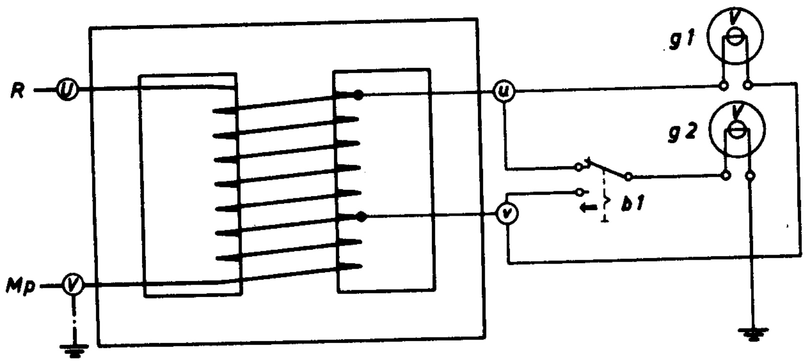


مبدل یا ترانسفورموتور با سیم‌پیچ‌های مجزا



هرگاه سیم‌پیچ طرف سیم‌پیچ اول یک مبدل با جریان متناوب تحریک شود ، در سیم‌پیچ ثانوی یک ولتاژی به اندازه $U_2 = U_1 \cdot N_2/N_1$ القاء میشود . دستگاه اندازه‌گیری g1 این ولتاژ القاء شده را نشان می‌دهد . هر دوی این سیم‌پیچ‌ها از نظر الکتریکی مجزا می‌باشند . به‌همین علت دستگاه اندازه‌گیری g2 در هر دو حالت کلید b1 ولتاژی را نسبت به زمین نشان نمی‌دهد .

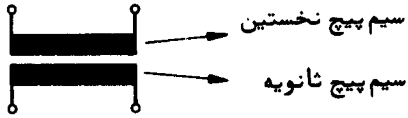
مبدل یا ترانسفورموتور با سیم‌پیچ‌های متصل



در مبدل‌های صرفه‌ای سیم‌پیچ‌های ثانویه و نخستین باهم متصل می‌باشند . بهمین علت وقتی طرف نخستین به زمین متصل باشد ، طرف ثانوی نیز نسبت به زمین دارای ولتاژ خواهد بود . دستگاه g1 ولتاژ ثانوی را نشان می‌دهد و دستگاه g2 در مدار بالا و حالت b1 تمام ولتاژ را نسبت به زمین نشان می‌دهد . اگر حالت اتصال 1b تغییر کند ، در نتیجه دستگاه g1 ولتاژ تفاضل بین ولتاژ شبکه و ولتاژ ثانویه را نشان خواهد داد .

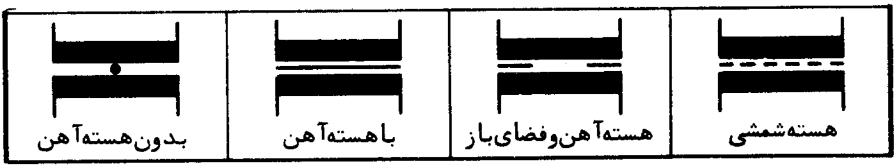
۵ – ترانسفورموتورها

۵.۱.۲ – طریقه‌های نمایش بر طبق دین ۴۰۷۱۴

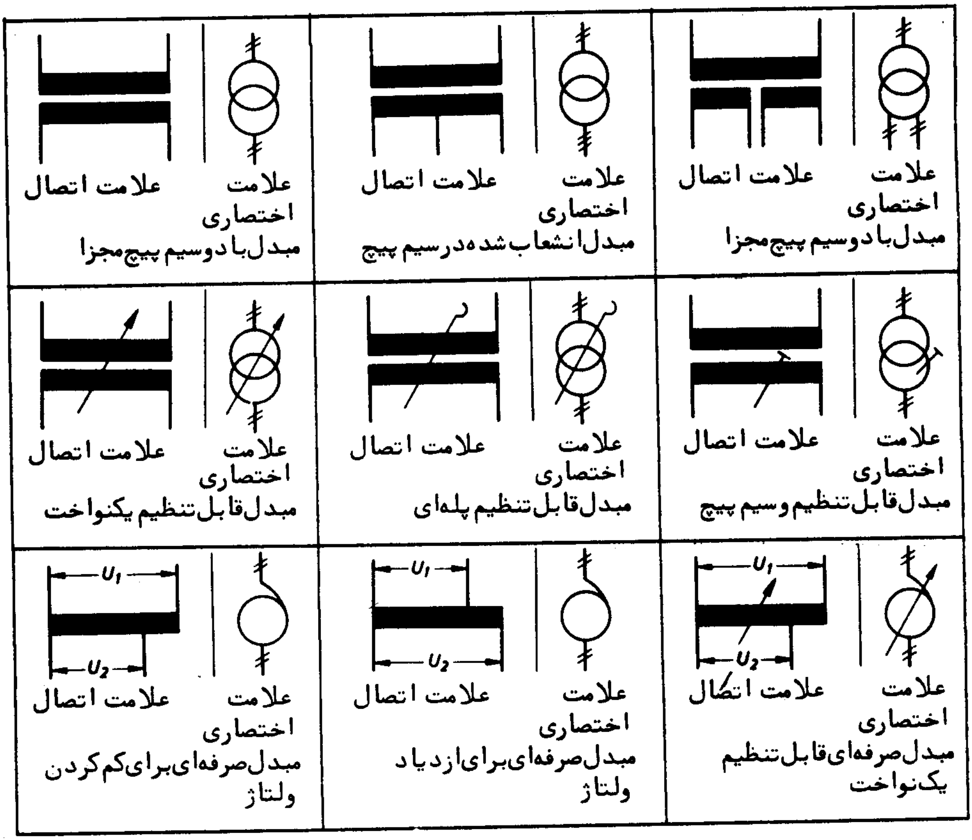


علامت

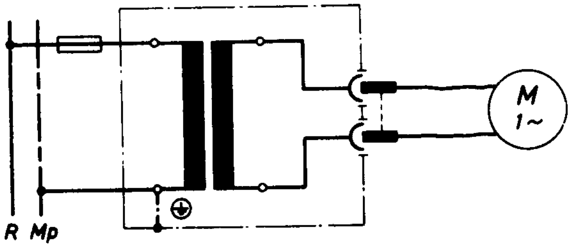
معمولا از هسته آهنی در شکل صرف نظر می‌شود ولی اگر بخواهند به نوع هسته تاکید کنند مثل شکل‌های زیر نمایش می‌دهند :



انواع ساختمان و اتصال مبدل یا ترانسفورموتورها را بر طبق دین ۴۰۷۱۴ با علائم سمبلی زیر نمایش می‌دهند .



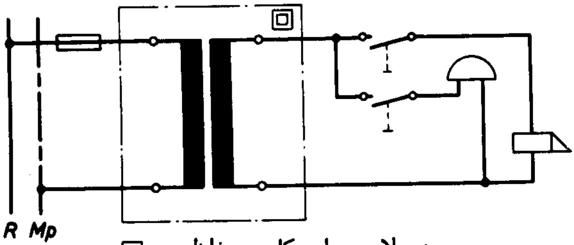
۵ ــ ترانسفورموتورها
۱۰۲۰۵ ــ ترانسفورموتور یک فاز



مبدل یا ترانسفورموتور مجزا

علامت اختصاری:

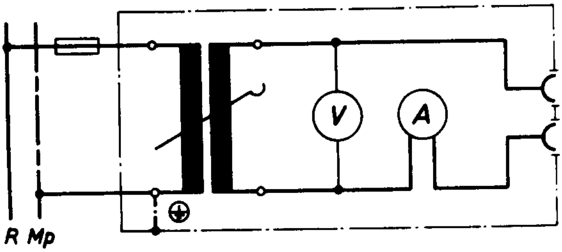
نسبت تبدیل این نوع مبدل‌ها ۱:۱ می‌باشد. به‌یک مبدل از این نوع فقط یک مصرف کننده با شدت جریان ۱۵ آمپر می‌توان وصل کرد.



علامت عایق‌کاری حفاظتی

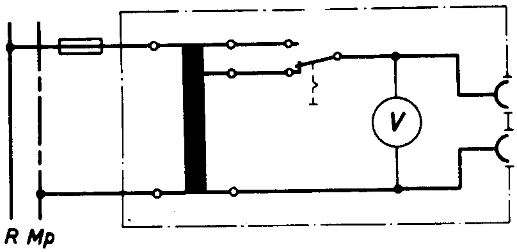
مبدل یا ترانسفورموتور زنگ اخبار

این نوع مبدل معمولا در دستگاه های خبرده که با ولتاژکم کار میکنند وجود دارد. هسته‌آهنی‌را طوری جا میگذارند که مبدل اتصال کوتاه نکند.



مبدل یا ترانسفورموتور آزمایشی

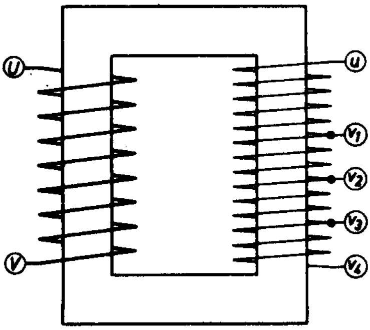
این نوع مبدل‌ها معمولا دارای هسته آهنی حلقوی میباشند. سیم پیچ ثابت را بایک اتصال می‌توان با پله‌های ریز تنظیم کرد.

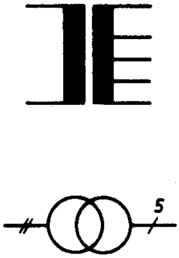


مبدل یا ترانسفورموتور صرفه‌ای

توان قابل هدایت این مبدل‌ها بسیار زیاد میباشد و بهمین علت این مبدل ها درمواقعی که ولتاژ شبکه برق خیلی متغیراست بمنظور تطبیق بکار میبرند.

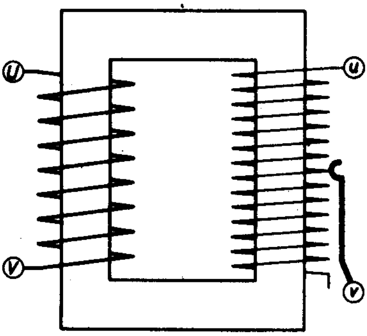
۵ – ترانسفورموتورها
۲۰۲۰۵ – ترانسفوموتورهای قابل تنظیم

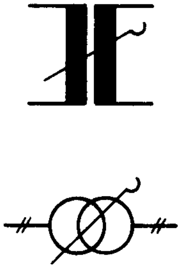




مبدل یا ترانسفوموتور انشعاب دار

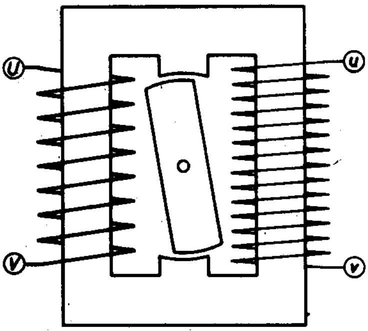
هرگاه انشعابات ثانویه بیک کلید چند وضعیتی وصل شوند ، می‌توان سیم پیچ ثانویه را کلی تنظیم نمود .

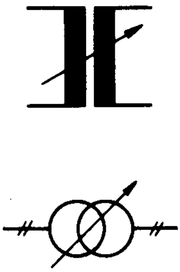




مبدل یا ترانسفورموتور باتنظیم جزئی

بایک اتصال لغزنده میتوان تمام حلقه های سیم پیچ را که لخت می‌باشند پیچ های ثانویه را بسیار دقیق تنظیم کرد .



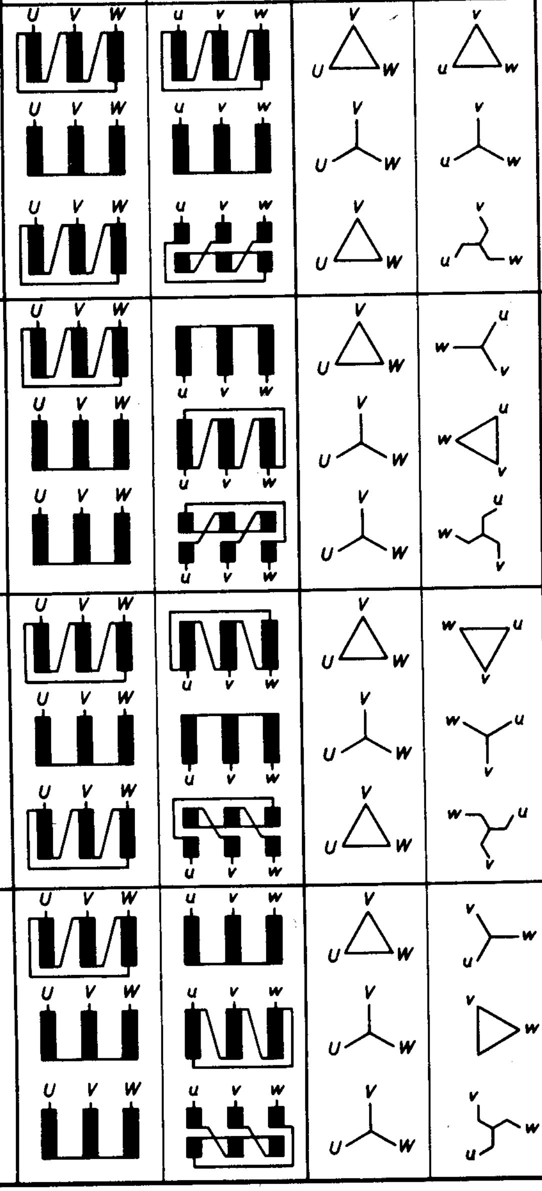


مبدل یا ترانسفورموتوربا تنظیم جریان شار .

بر حسب حالتی که یوخ مبدل داشته باشد مقدار مختلفی جریان از ان می گذرد. با این سیستم می‌توان ولتاژ ثانویه را یکنواخت با چرخش یوخ جریان تنظیم کرد .

۵ ـ ترانسفورموتورها

۱۰۳۰۵ ـ ترانسفورموتور چند فاز ، گروهای اتصال بر طبق وی‌دی‌ا ۰۵۳۱



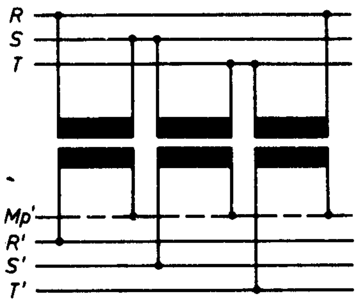
عدد شناسائی	گروه اتصال	شکل اتصال: ولتاژبالا	شکل اتصال: ولتاژپائین	شکل برداری: ولتاژبالا	شکل برداری: ولتاژپائین	نسبت تبدیل $U_1 : U_2$	علامت اختصاری قدیم
0	Dd0					$\frac{W_1}{W_2}$	A_1
	Yy0					$\frac{W_1}{W_2}$	A_2
	Dz0					$\frac{2W_1}{3W_2}$	A_3
5	Dy5					$\frac{W_1}{\sqrt{3}W_2}$	C_1
	Yd5					$\frac{\sqrt{3}W_1}{W_2}$	C_2
	Yz5					$\frac{2W_1}{\sqrt{3}W_2}$	C_3
6	Dd6					$\frac{W_1}{W_2}$	B_1
	Yy6					$\frac{W_1}{W_2}$	B_2
	Dz6					$\frac{2W_1}{3W_2}$	B_3
11	Dy11					$\frac{W_1}{\sqrt{3}W_2}$	D_1
	Yd11					$\frac{\sqrt{3}W_1}{W_2}$	D_2
	Yz11					$\frac{2W_1}{\sqrt{3}W_2}$	D_3

۵ ـ ترانسفورموتورها
۲۰۳۰۵ ـ ترانسفورموتورهای چند فاز

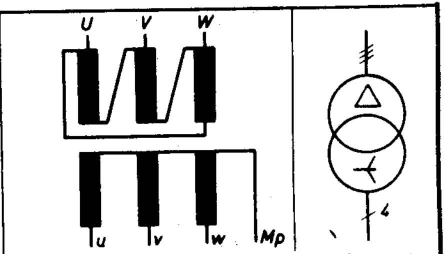
یک مبدل سه فاز را می‌توان از سه مبدل یک فاز درست کرد (در ولتاژهای خیلی زیاد بسیار معمول است معمولا یک مبدل سه‌فاز از یک هسته آهنی با سه ساق درست شده است . مبدل را با دو حرف و یک عدد مشخص می‌کنند .

حروف مشخص میکند که :

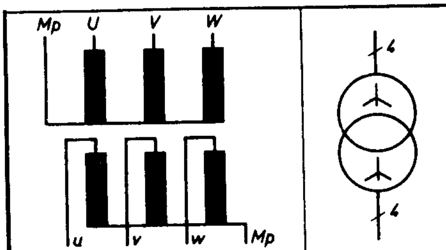
اتصال‌سه‌فاز	طرف ولتاژ بالا	طرف‌ولتاژپائین
اتصال مثلث	D	d
اتصال ستاره	Y	y
اتصال‌زیگزاگ	Z	z



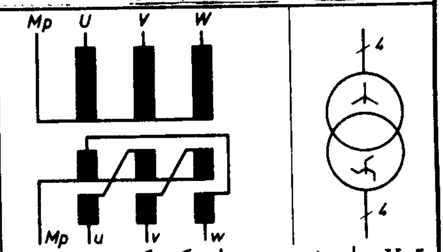
اگر عدد مشخص کننده را با ۳۰ درجه ضرب‌کنیم اختلاف فازبین ولتاژ بالا وپائین‌را بدست‌میاوریم .



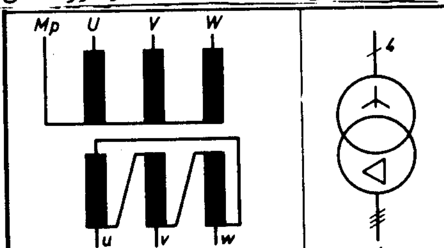
Yd5 ترانسفورموتورهای بزرگ تقسیم ، در نقطه ستاره میتوانند تمام باررا تحمل کنند



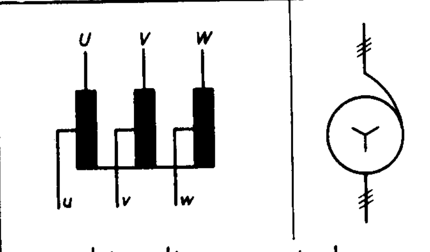
YyO ترانسفورموتورهای کوچک ، تقسیم در نقطه ستاره می‌توانند ۱۰% حداکثربار را تحمل کنند



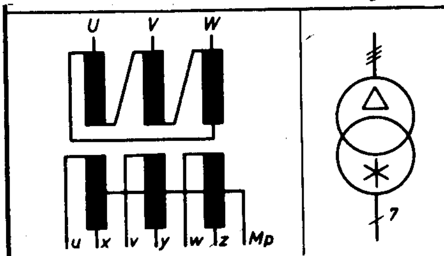
Yz5 ترانسفورموتورهای کوچک تقسیم ، می توانند در نقطه‌ستاره تمام بار را تحمل کنند



Yd5 ترانسفورموتورهای اصلی برای نیروی زیاد

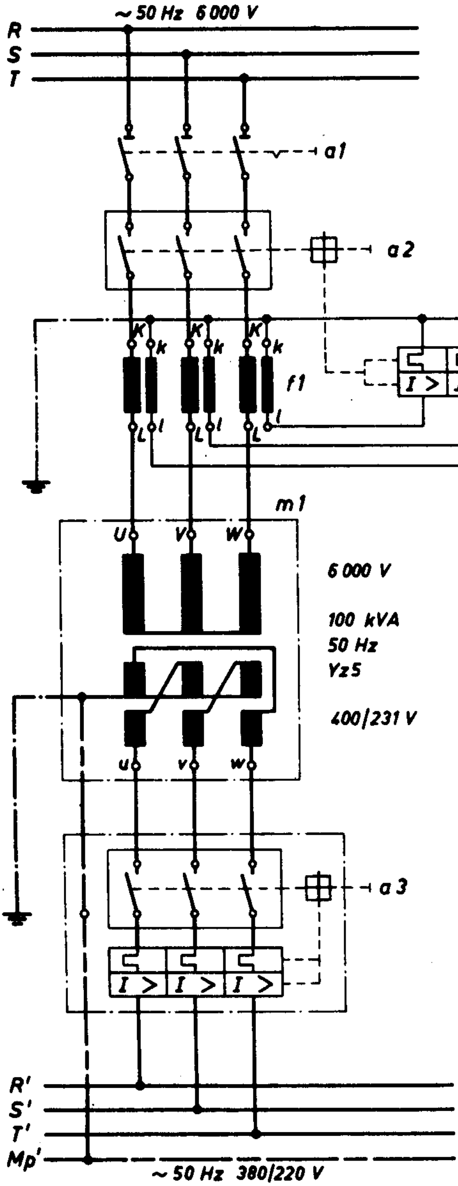


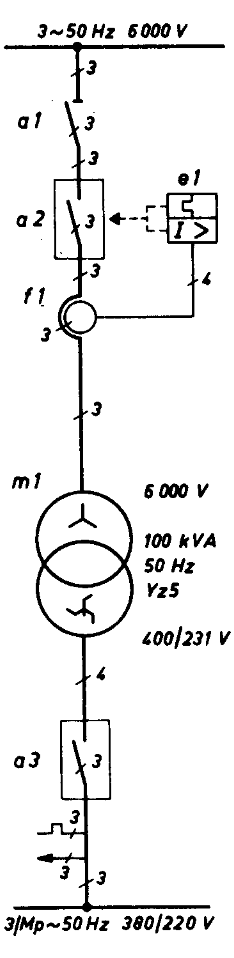
ترانسفورموتور سه فاز صرفه‌ای



DYY ترانسفورموتوربرای دستگاه یک‌سوکننده

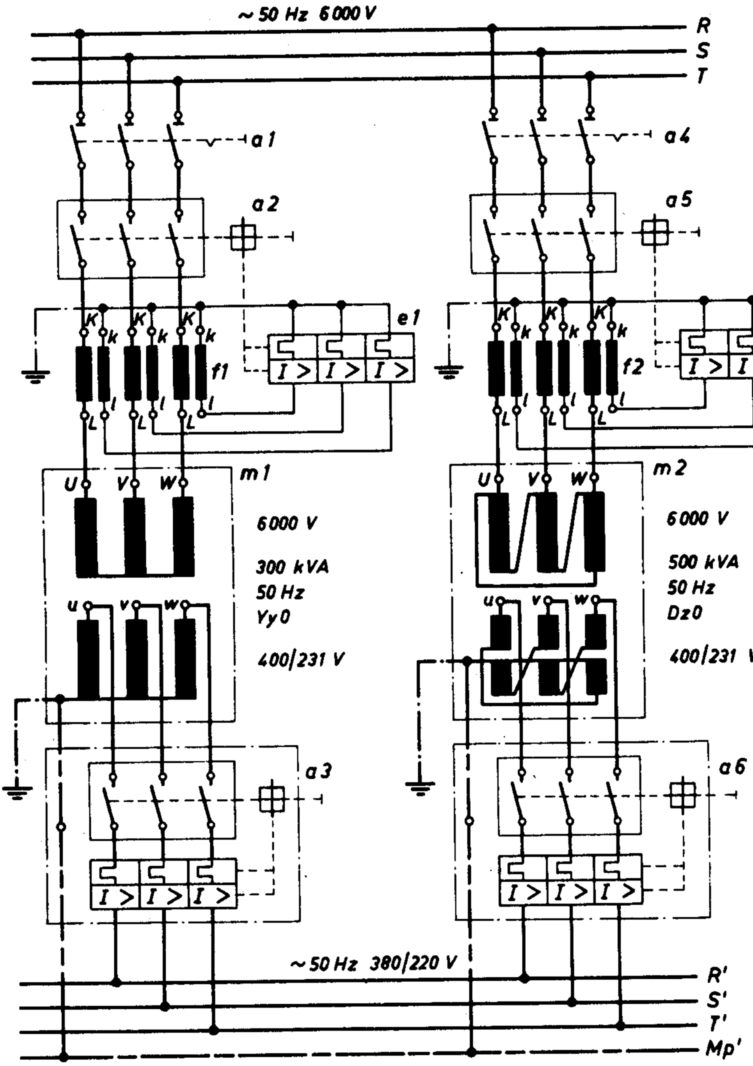
۵ ـ ترانسفورموتورها
۱۰۴۰۵ ـ ایستگاه ترانسفورموتورهای ۶ کیلوولت / ۳۸۰ وات





a1 کلید جدا کننده
a2 کلید توانی ـ ولتاژ زیاد
a3 کلید توانی ـ ولتار کم
f1 مبدل شدت جریان
e1 رها کننده برای جریان اتصال کوتاه و جریان غیر مجاز
m1 مبدل یا ترانسفورموتور

۲۰۴۰۵ ـ کار در حالت موازی



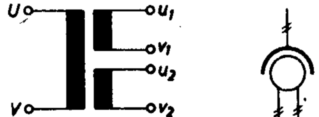
شرایط کار در حالت موازی

۱ . عدد شناسائی گروه اتصال باید برای تمام مبدل‌ها یکسان باشد .
۲ . ولتاژهای اولیه و ثانویه باید مساوی باشند .
۳ . نسبت توان‌های اسمی نباید از یک به سه بیشتر باشد .
۴ . ولتاژهای اتصال کوتاه نباید بیش از ۱۰٪ از هم فرق داشته باشند .

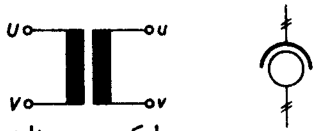
۵ ــ ترانسفورموتورها
۱۰۵۰۵ ــ مبدل و شدت جریان

اندازه‌گیری ولتاژهای زیاد فقط به‌وسیله مبدل ولتاژ (ترانسفورموتور اندازه‌گیری) ممکن است.

علائم اتصال

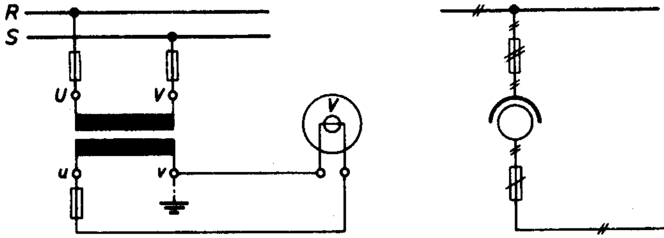


بادوسیم پیچ‌ثانویه



بایک‌سیم پیچ‌ثانویه

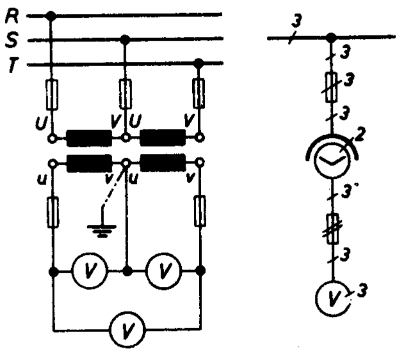
اتصال مبدل ولتاژ



برای مبدل‌های ولتاژ در طرف نخستین و ثانوی باید فیوز گذاشت و در طرف ثانوی نقطه V را به زمین متصل کرد. ولتاژ استاندارد شده ثانویه ۱۰۰ ولت می‌باشد.

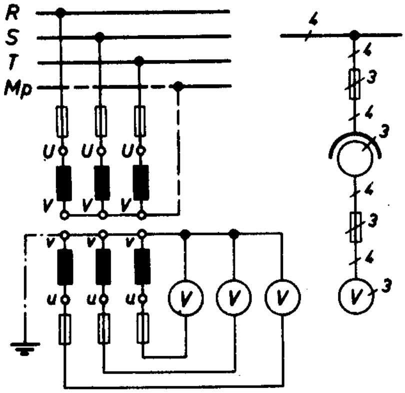
مبدل ولتاژ در شبکه سه فاز

اتصال V



درشبکه باسه سیم برای این‌نوع اتصال یک‌مبدل ولتاژ صرفه جوئی می‌شود. با وجود این ولتاژ های هر سه سیم قابل اندازه‌گیری میباشند.

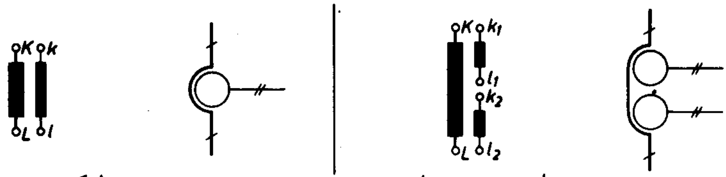
اتصال ستاره‌ای



در شبکه با چهار سیم سه مبدل ولتاژ را بعنوان یک ترانسفورموتور سه فاز Yy6 با هم میبندند.

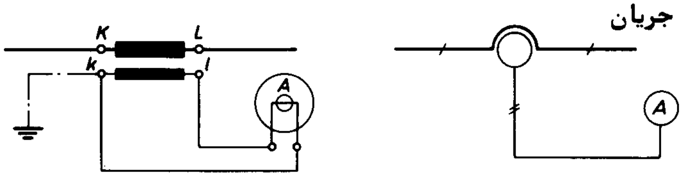
اندازه‌گیری شدت جریان‌ها در دستگاه‌های ولتاژ زیاد فقط با کمک مبدل جریان (مبدل اندازه گیری) ممکن است. درشبکه ولتاژ کم مبدل جریان را برای شدت جریان‌های زیاد بکار میبرند.

علائم اتصال



بایک‌سیم پیچ‌ثانویه — بادوسیم پیچ‌ثانویه

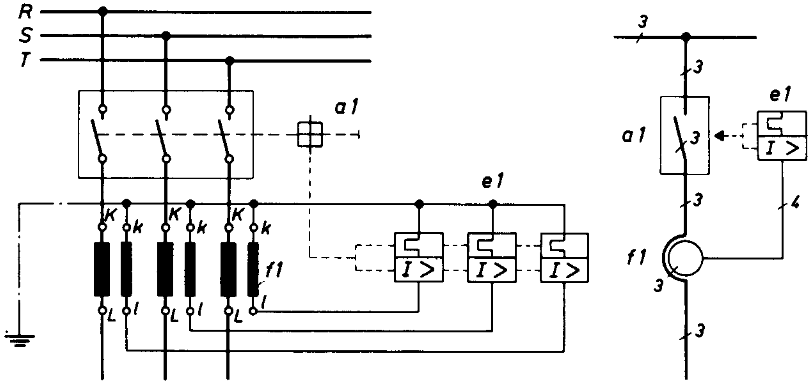
اتصال مبدل جریان



مبدل‌های جریان را باید در طرف ثانویه از نقطه K به زمین وصل کرد. گذاشتن فیوز در هیچ طرف مبدل مجاز نیست. حد اکثر شدت جریان استاندارد شده طرف ثانویه ۵ آمپر است.

مبدل جریان در شبکه سه‌فاز

مثال دستگاه رها کننده برای یک کلید توانی

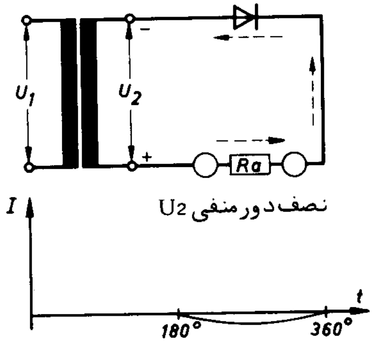


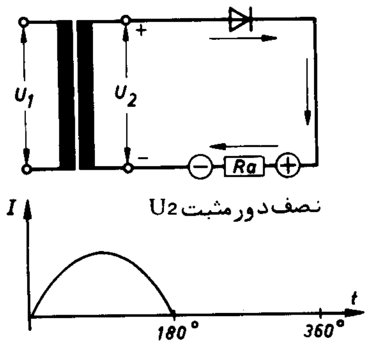
a1 کلید توانی
f1 مبدل شدت جریان
e1 دستگاه رها کننده

سه مبدل‌های جریانی روی سه دستگاه رها کننده اثر می‌گذارند.

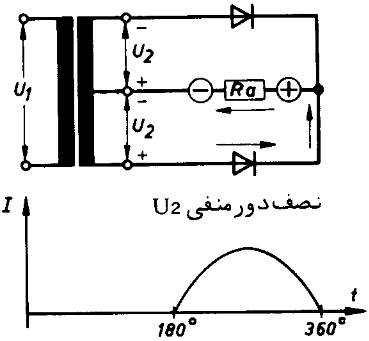
۵ – یک‌سو کننده‌ها
۱۰۱۰۶ – یکسو کننده یک فاز ، حالتهای کار

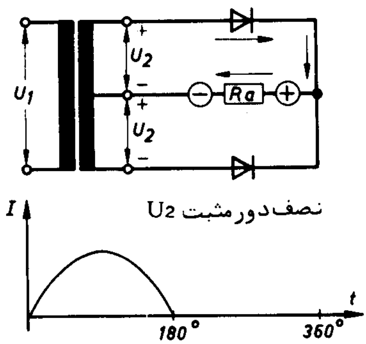
مدار یک‌طرفه



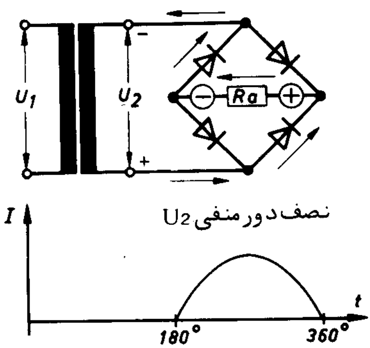


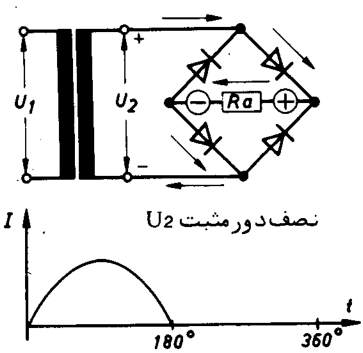
مدار نقطه مرکزی





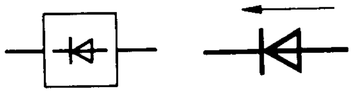
مدار پل یک فاز



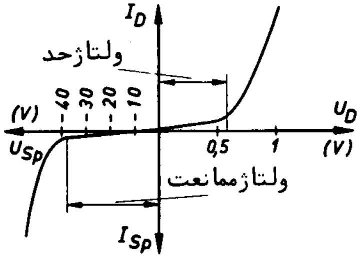


۶ ــ یک‌سو کننده‌ها
۶.۱.۲ ــ یکسو کننده یک فاز

علائم اختصاری یک‌سو کننده‌ها نیم‌هادی



منحنی یک‌سو کننده (Se)

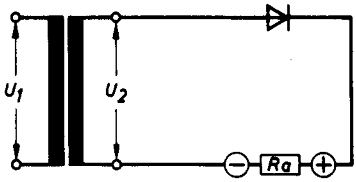


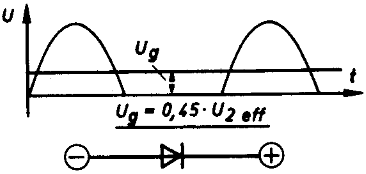
اندازه‌های یک‌سو کننده‌های مختلف

یک سو کننده	اکسید مس	سلنیوم	ژرمانیوم	سیلیسیوم
ولتاژ حد تقریبا	۰ر۲ ولت	۰ر۶ ولت	۰ر۵ ولت	۰ر۸ ولت
ولتاژ سد Ueff	۶ ولت	۳۰ ولت	۱۶۰ ولت	تقریبا ۱۰۰۰ولت
تحمل بار / سم۲	۰ر۰۳ آمپر	۰ر۰۶ آمپر	۴۰ آمپر	۸۰ آمپر
حداکثرحرارت	°۵۰ سلسیوس	°۸۰ سلسیوس	°۶۵ سلسیوس	°۱۶۰ سلسیوس

مدارهای یک‌سو کننده یک فاز

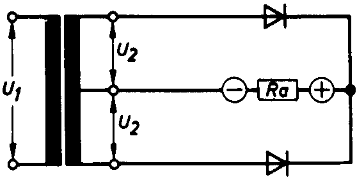
مدارهای یک طرفه

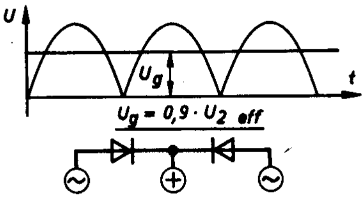




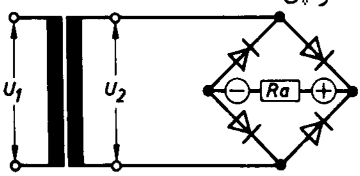
مدارهای دو طرفه

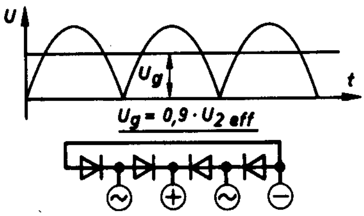
الف . مدار نقطه میانی

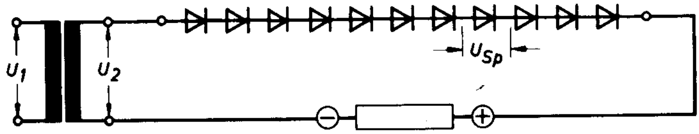




ب . مدار پل





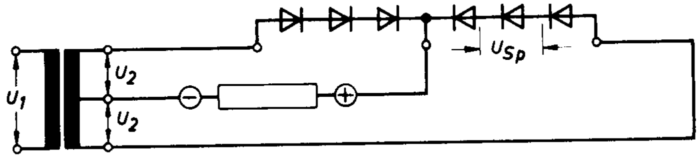


تعداد یک‌سو کننده‌هائی که مورد نیاز است ، از روی ولتاژ خروجی مبدل (U2) و ولتاژ مانع هر یک از واحدهای یک‌سو کننده (USP) مشخص میشوند .

مثال :

ولتاژ خروجی مبدل	۳۲۰ ولت
ولتاژ مانع هر یک از واحدهای یک‌سو کننده	۳۰ ولت

تعداد واحدهای یک‌سوکننده = $\frac{\text{۳۲۰ولت}}{\text{۳۰ولت}}$ = ۱۰٫۶ =N= **۱۱ واحد**

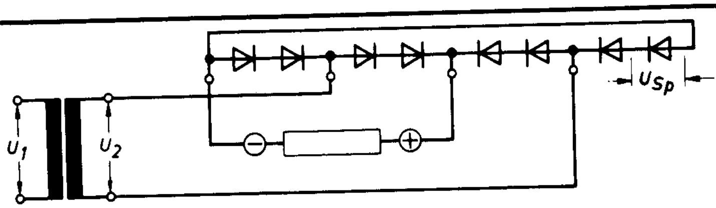


نصف N تعداد واحدهای یک‌سو کننده است که باید برای **دو برابر** ولتاژخروجی مبدل تنظیم شوند .

مثال :

ولتاژ خروجی مبدل	۵۰۰ ولت
ولتاژ مانع هر عنصر سیلیس	۳۸۰ ولت
ولتاژ مانع برای نصف یک‌سو کننده‌ها	۲ × ۵۰۰ ولت = ۱۰۰۰ ولت

تعداد عنصرهای سیلیس برای نصف یک‌سو کننده = $\frac{\text{۱۰۰۰ولت}}{\text{۳۸۰ولت}}$ = ۲٫۷ = N = **۳ عنصر**



هرواحد پل (پل ازچهار واحد تشکیل شده) باید برای تمام ولتاژ خروجی مبدل درنظر گرفت .

مثال :

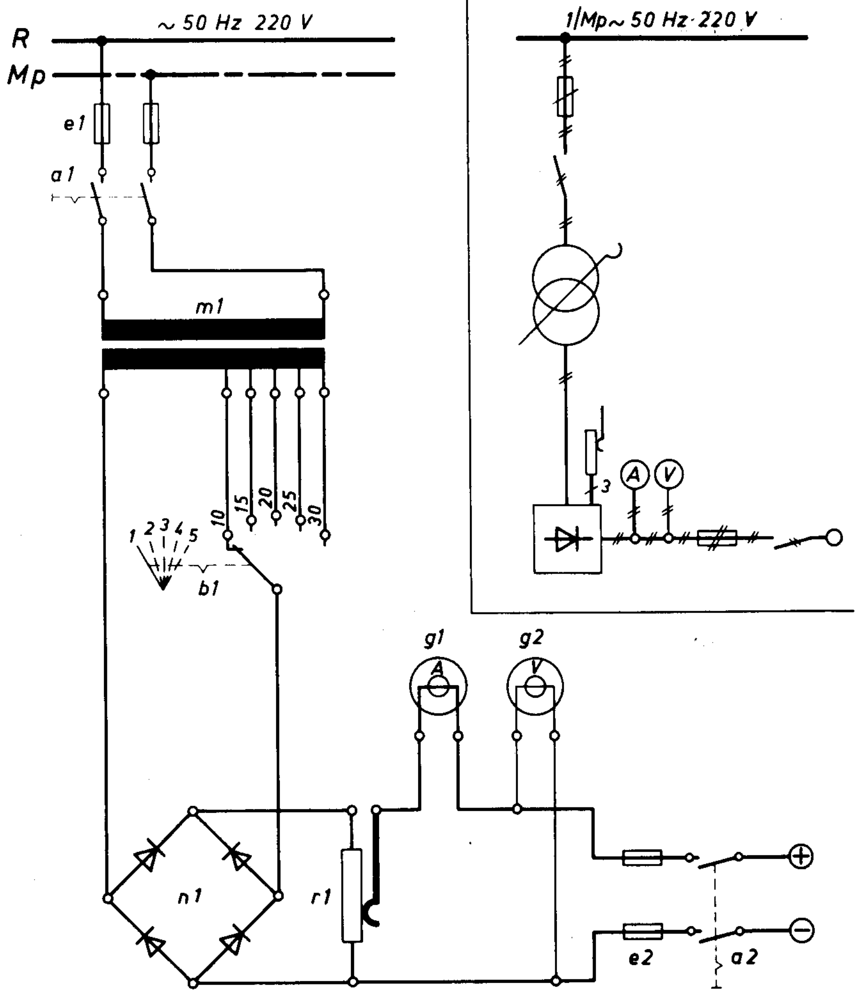
ولتاژ خروجی مبدل	۴۰ ولت
ولتاژ مانع برای هر سلول سلنیوم	۲۵ ولت
ولتاژ مانع برای هر واحد پل	۴۰ ولت

تعداد عنصرها برای هر واحد پل = $\frac{\text{۴۰ولت}}{\text{۲۵ولت}}$ = ۱٫۶ =N= **۲ واحد**

۶ ـ یک‌سو کننده‌ها
۲۰۲۰۶ ـ دستگاه شارژ

نقشه اتصال با علائم اختصاری

نقشه اتصال موثر

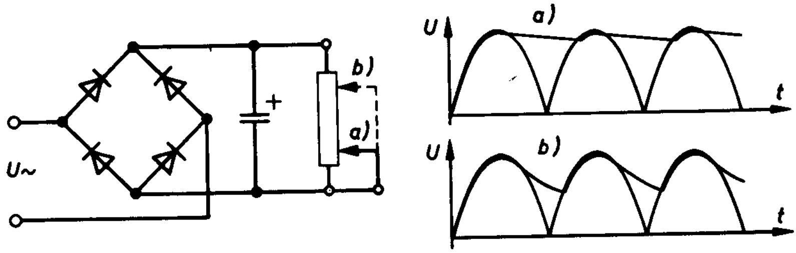


لیست دستگاه‌های

r1 مقاومت تقسیم ولتاژ
g1 دستگاه اندازه‌گیری جریان
g2 دستگاه اندازه‌گیری ولتاژ
e2 فیوز خروجی
a2 کلید برای مدار جریان یک‌طرفه

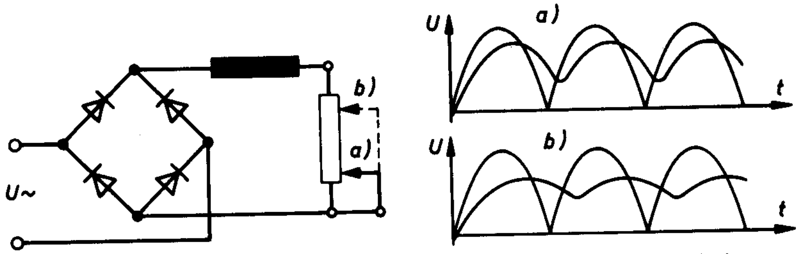
e1 فیوز ورودی
e2 کلید اصلی
m1 مبدل (ترانسفورموتور)
b1 کلید انتخابی
n1 یک‌سو کننده در اتصال پل

۱ ــ اثر خازن در عمل تصفیه



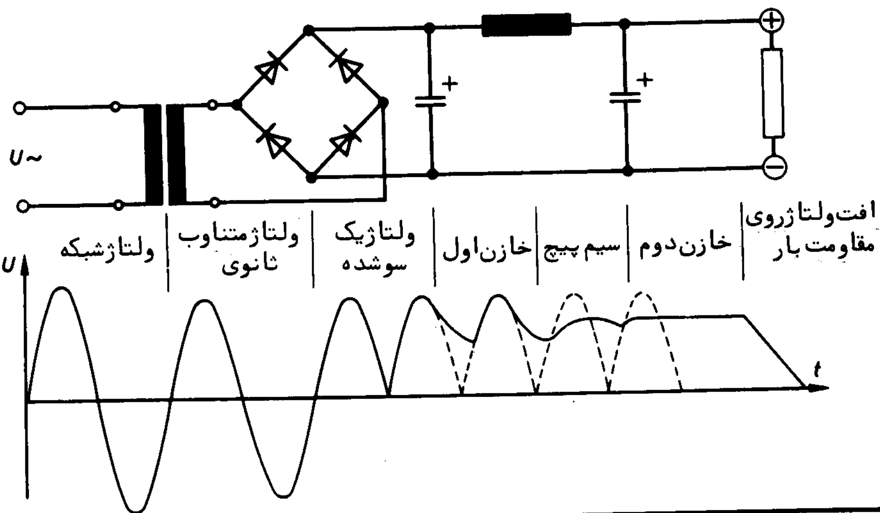
با زیاد کردن بار، اثر تصفیه خازن کم میشود .

۲ ــ اثر سیم‌پیچ محدود کننده بر عمل صاف کنندگی

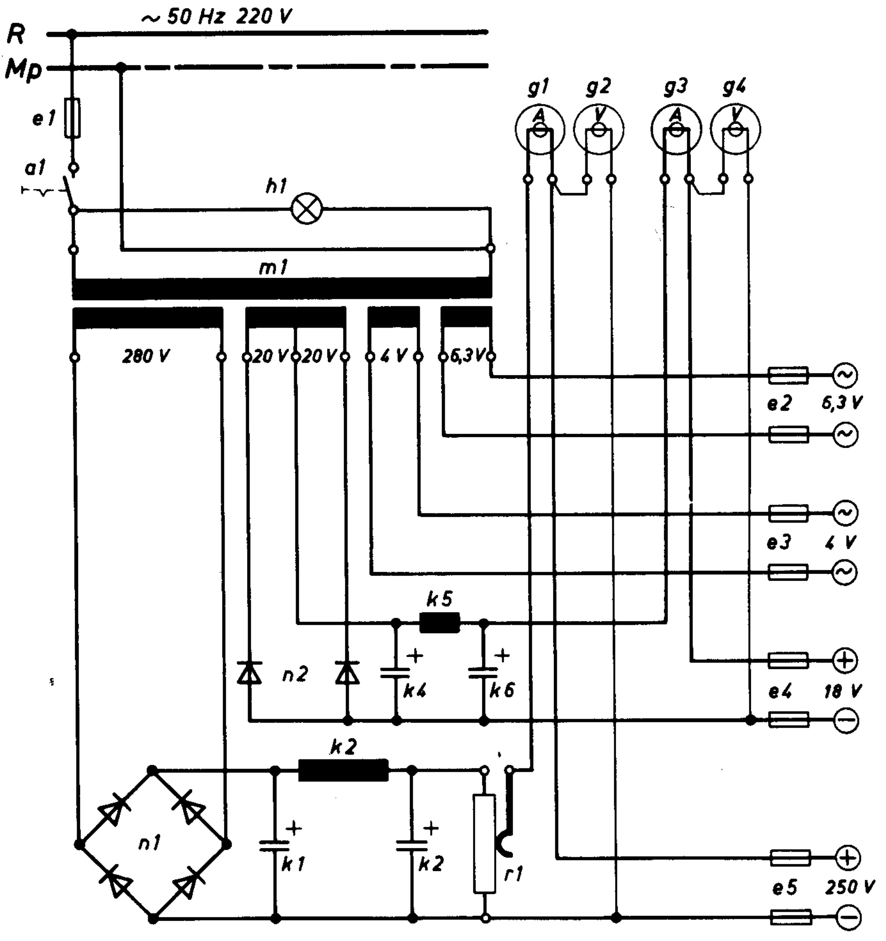


با زیاد شدن بار اثر صاف سازی سیم‌پیچ زیاد میگردد .

۳ ــ اثر صاف کنندگی خازن و سیم‌پیچ



۶ ـ یک‌سوکننده‌ها
۲۰۳۰۶ ـ دستگاه تغذیه



صورت دستگاه‌ها: e1 فیوز ورودی

e2 تا e6 فیوزهای خروجی

a1 کلید اصلی

h1 لامپ کنترل

n1 یک‌سوکننده در مدار اتصال پل

n2 یک‌سوکننده در مدار اتصال نقطه میانی

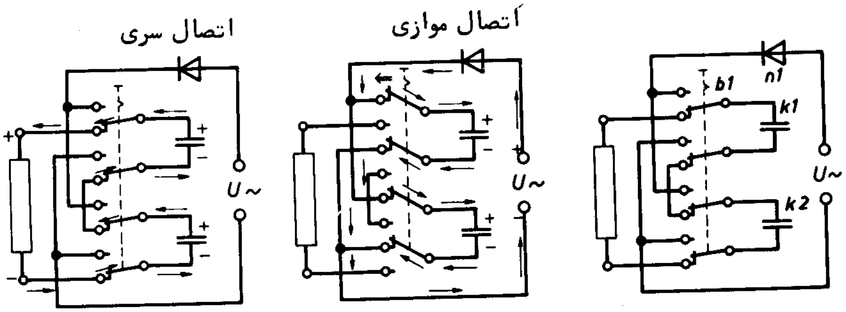
r1 پتانسیومتر

k1 تا k6 صافی‌ها

g1 تا g4 دستگاه‌های اندازه‌گیری

مدار "مارکس"

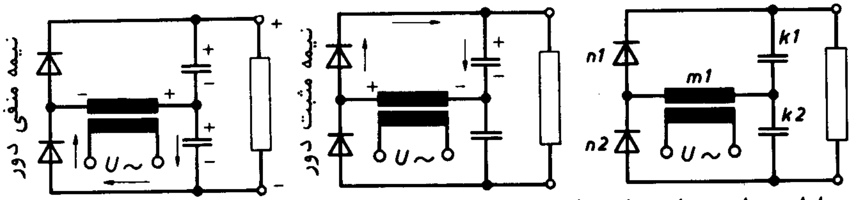
برای به‌دست آوردن جهش‌های ولتاژی برحسب مقدار ولتاژ، خازن‌های متعددی را با هم اول موازی و بعد سری می‌بندیم .



ولتاژ خروجی دو برابر ولتاژ نقطه حداکثر جریان متناوب می‌باشد .

مدار "وینتکا"

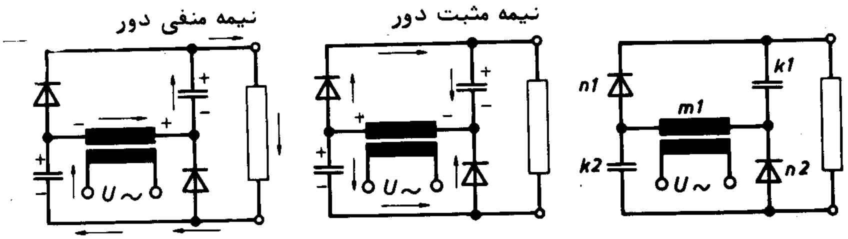
نیمه مثبت دور جریان متناوب از طریق یک‌سو کننده n1 خازن k1 و یکسو کننده n2 و خازن k2 شارژ میشود . در حالی‌که نیمه منفی دور جریان متناوب با ولتاژ دو خازن و ولتاژ ثانوی مبدل m1 به‌طور سری روی مقاومت بار می‌باشند .



مقدار ولتاژ متناسب با تعداد خازن‌ها زیاد می‌شود .

مدار "گرایناخر"

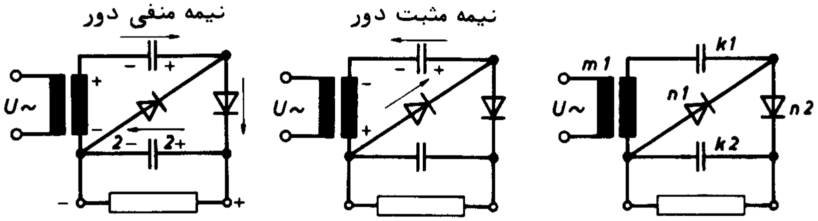
نیمه مثبت دور جریان متناوب به‌وسیله یک‌سو کننده n1 و خازن k1 شارژ می‌شود . نیمه منفی دور جریان متناوب به‌وسیله یک‌سو کننده n2 و خازن k2 شارژ میگردد . بنابراین روی مقاومت بار، ولتاژ سری دو خازن خواهد افتاد .



ولتاژ خروجی سه برابر ولتاژ نقطه حداکثر ورودی می‌باشد .

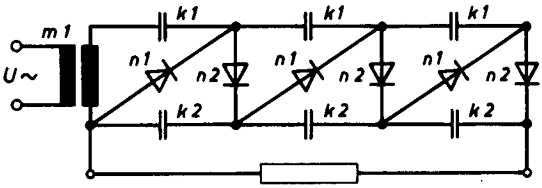
مدار "ویلارد"

۱ – دو برابر کردن ولتاژ (مدار یک پله‌ای)
نیمه مثبت دور جریان متناوب بوسیله یک‌سو کننده n1 و خازن k1 شارژ میشود. نیمه‌منفی دور جریان متناوب با ولتاژ خازن k1 سری قرار دارد وبوسیله یک‌سو کننده n2 و خازن k2 باندازه دو برابر ولتاژ خود شارژ می‌گردد که این ولتاژ بر روی مقاومت بار که با آن موازی است می‌افتد.

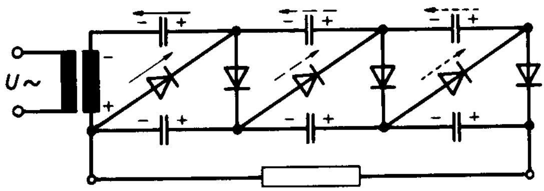


ولتاژ خروجی دو برابر ولتاژ نقطه حداکثر ورودی است.

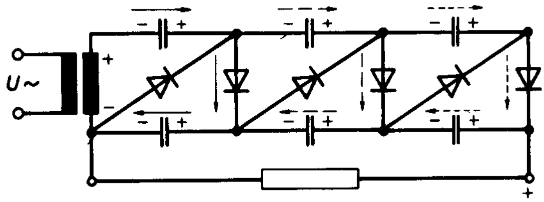
۲ – چند برابر کردن ولتاژ (مدار چند پله‌ای)
به‌تعداد دل‌خواه از مدار یک پله‌ای را پشت سر هم می‌بندند که به‌ازاء هر خازن و یک‌سو کننده دو برابر ولتاژ قبلی به‌وجود می‌آید.



مدار برای سه پله



نیمه مثبت دور



نیمه منفی دور

ولتاژ خروجی تا N برابر ولتاژ پله اول که آنهم دویست درصد ولتاژ نقطه حداکثر ورودی است می‌رسد.

۶ــ یک‌سو کننده‌ها
۱۰۵۰۶ ــ یکسو کننده‌های چند فاز

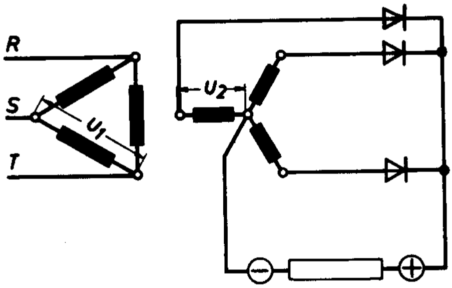


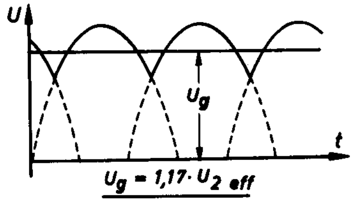
یک‌سو کننده بطور کلی

مثلا یک‌سو کننده بخار جیوه
یک‌سو کننده لامپی
یک‌سو کننده "ایگنیترون" و غیره

در هر نقطه که دو منحنی هم‌دیگر را قطع کنند ولتاژ موثر آن ولتاژی است که بزرگ‌تر میباشد .

اتصال مثلث (سه‌فاز)





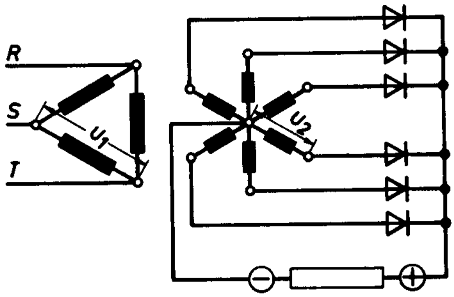
$U_g = 1,17 \cdot U_{2\ eff}$

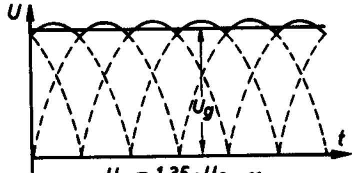
توان مبدل یا ترانسفورموتورها

$P_T = 1,35 \cdot P_g$

در مدارهای بعدی اکثرا در یک‌سو کننده بخار جیوه با چندین آند فقط یک کاتد مشترک وجود دارد .

اتصال مثلث دو پل (شش فاز)

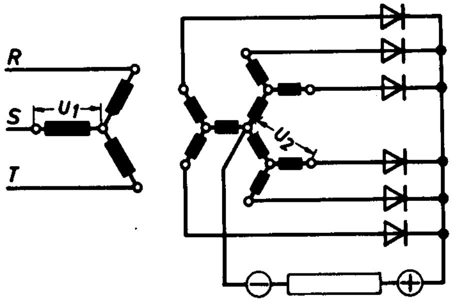


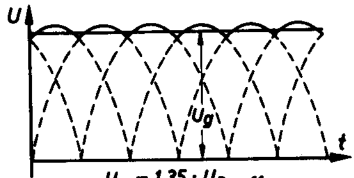


$U_g = 1,35 \cdot U_{2\ eff}$

$P_T = 1,55 \cdot P_g$

اتصال ستاره‌ای (شش‌فاز)





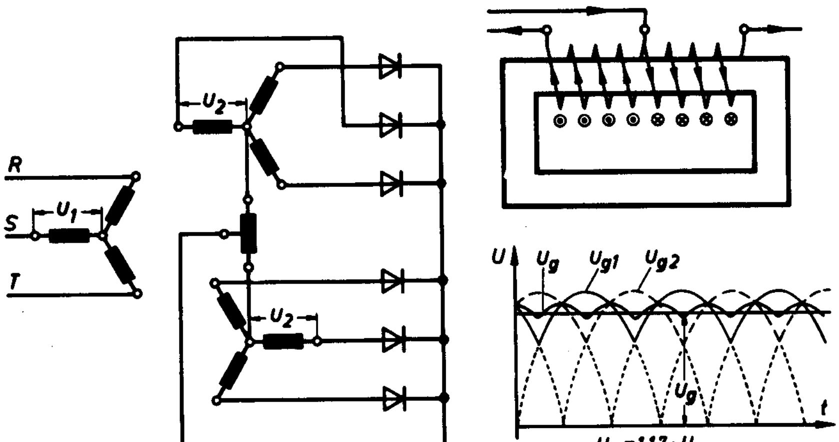
$U_g = 1,35 \cdot U_{2\ eff}$

$P_T = 1,42 \cdot P_g$

۶ ـ یک‌سو کننده‌ها
۲۰۵۰۶ ـ یکسو کننده‌های چند فاز

نسبت توان مبدل P_T و توان یک‌سو کننده P_G با زیاد شدن سیم‌پیچ‌های ترانسفورموتوری که هم زمان از آن‌ها جریان میگذرد بهتر می‌باشد.

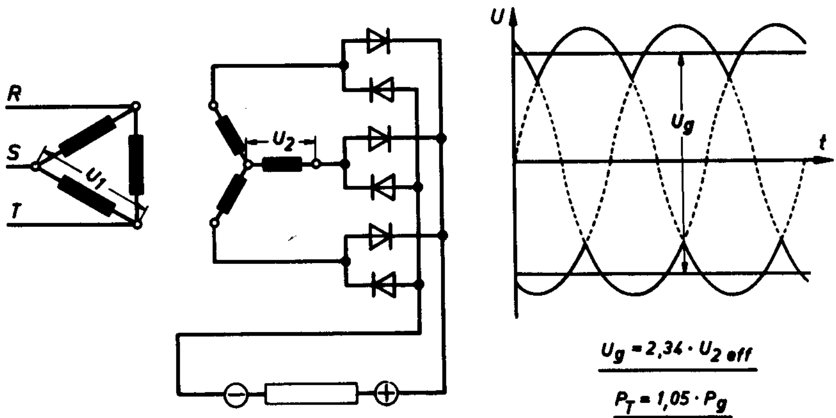
اتصال ستاره‌ای دوبل با سیم‌پیچ مکنده



$U_g = 1{,}17 \cdot U_{2\,eff}$

$P_T = 1{,}26 \cdot P_g$

مدار سه‌فاز پل

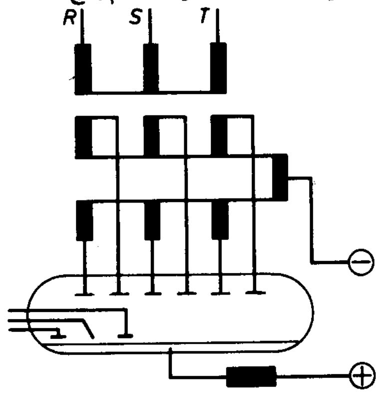


$U_g = 2{,}34 \cdot U_{2\,eff}$

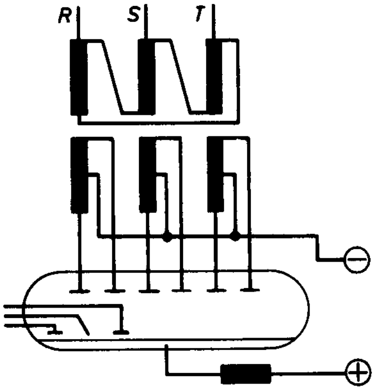
$P_T = 1{,}05 \cdot P_g$

۶ ــ یک‌سو کننده‌ها
۱۰۶۰۶ ــ یکسو کننده‌های بخار جیوه

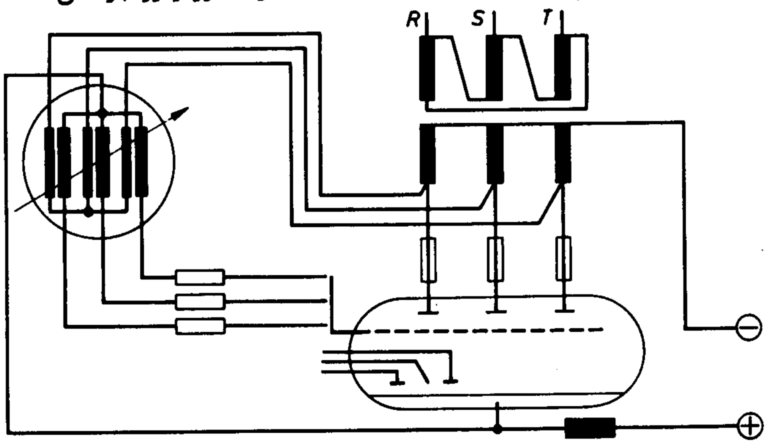
یک‌سو کننده شش فاز با سیم پیچ مکنده



یک‌سو کننده شش فاز

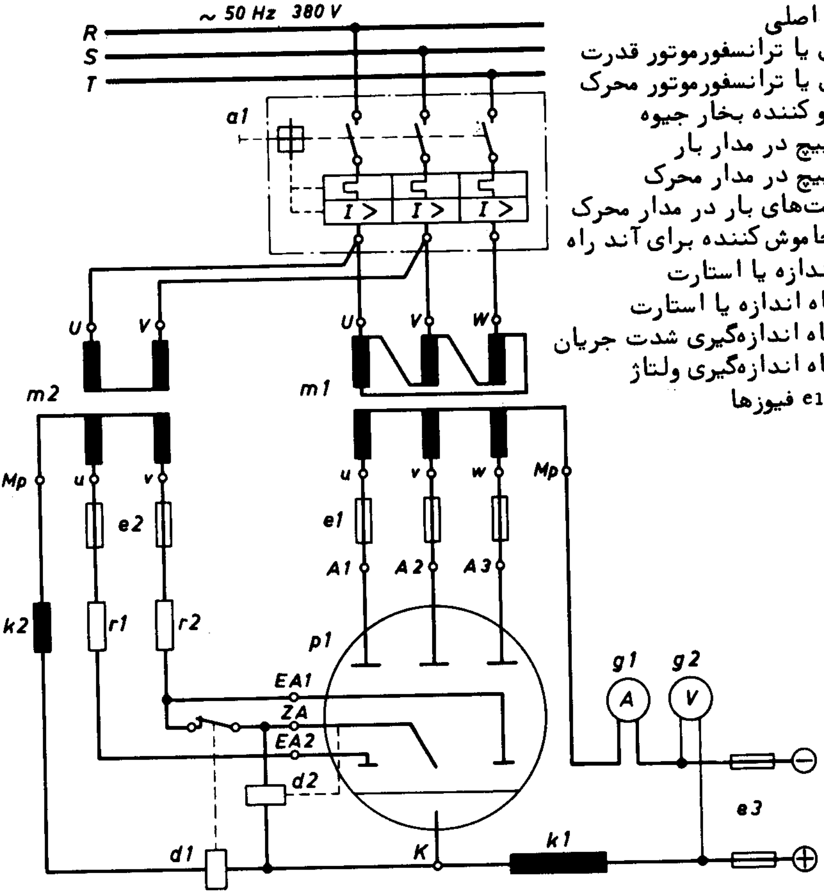


یک‌سو کننده سه فاز، تنظیم شبکه لامپ به‌وسیله مبدل یا ترانسفورموتور چرخشی



محفظه شیشه‌ای که برای ولتاژ یک‌نواخت و شدت جریان یکنواخت وجود دارند.	تا تقریبا ۲۰۰۰ ولت تا تقریبا ۵۰۰ آمپر
محفظه فولادی که برای ولتاژ یک‌نواخت و شدت جریان یکنواخت وجود دارند.	تا تقریبا ۳۰۰۰ ولت تا تقریبا ۱۵۰۰ آمپر
محفظه فولادی با خنک کننده آب برای ولتاژ یک‌نواخت و شدت جریان یکنواخت وجود دارند.	تا تقریبا ۱۵۰۰۰۰ ولت تا تقریبا ۶۰۰۰ آمپر

۶ ـ یک‌سو کننده‌ها
۲.۶.۶ ـ یکسو کننده‌های بخارجیوه (سه‌فاز بایک آند استارت و دو آند محرک)



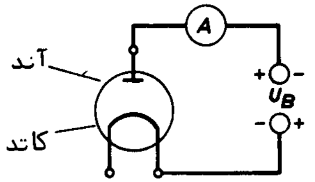
- a1 کلید اصلی
- m1 مبدل یا ترانسفورموتور قدرت
- m2 مبدل یا ترانسفورموتور محرک
- p1 یک‌سو کننده بخار جیوه
- k1 سیم‌پیچ در مدار بار
- k2 سیم‌پیچ در مدار محرک
- r1,r2 مقاومت‌های بار در مدار محرک
- d1 رله خاموش‌کننده برای آند راه اندازه یا استارت
- d2 رله راه اندازه یا استارت
- g1 دستگاه اندازه‌گیری شدت جریان
- g2 دستگاه اندازه‌گیری ولتاژ
- e1 , e2 , e3 فیوزها

بابکار انداختن رله d2 آند راه‌اندازZA وارد کاتد جیوه شده و رله d2 را اتصال کوتاه میکند. آند راه آندارZA دوباره از مایع جیوه بیرون آمده و با خود یک کمان جرقه را بالا برده و بعد این کمان نوری جذب دو آند دیگرEA می‌گردد. در این‌موقع رله d1 آند راه‌آنداز را خاموش می‌کند.

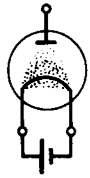
تا موقعی که در مدار محرک عمل تخلیه انجام می‌شود این عمل می‌تواند به‌وسیله آندهای A1، A2 و A3 گرفته شود، به شرط آن که یک‌سو کننده دارای بار باشد.

۶ ــ یک‌سو کننده‌ها

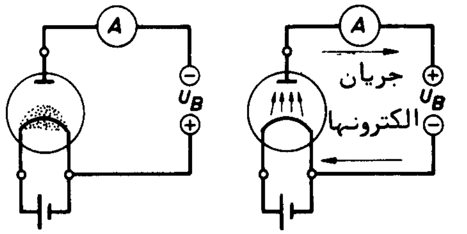
۱۰۷۰۶ ــ یکسو کننده‌های لامپی



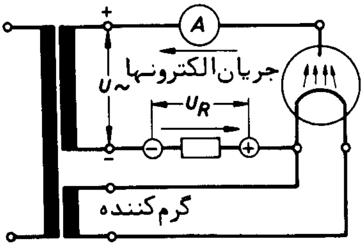
نه از طریق اتصال ولتاژ مثبت و نه منفی جریانی نمی‌تواند از لامپ عبور کند، زیرا در فضای بی‌گاز (خلاء) بین کاتد و آند هیچ نوع عنصر با بار الکتریکی وجود ندارد.

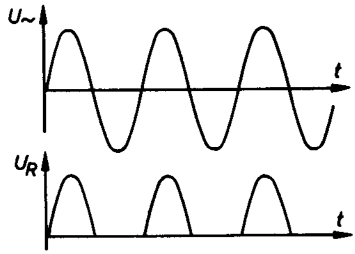


ولی بمحض گرم شدن سیم‌های حرارتی از کاتد الکترون در فضا پخش می‌شود (امیسیون الکترونی)



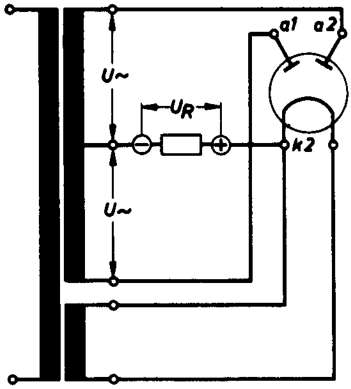
فقط با گرم شدن کاتد و بستن آند با ولتاژ مثبت می‌تواند در داخل لامپ جریان الکترونها بوجودآید. برخلاف یک‌سو کننده‌های نیمه هادی از طرف معکوس هیچ جریانی عبور نمی‌کند.

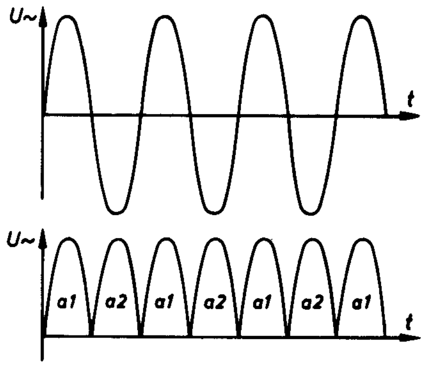




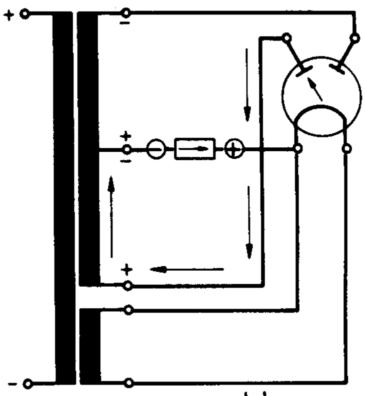
فقط در مواقعی که نیمه دور مثبت ولتاژ روی لامپ است، از لامپ جریان عبور میکند و در نیمه دور منفی، کلید عمل باز را انجام می‌دهد و در این مواقع مدار باز است.

۶ ـ یک‌سو کننده‌ها
۲۰۷۰۶ ـ یکسو کننده‌های لامپی "دوئوویید"

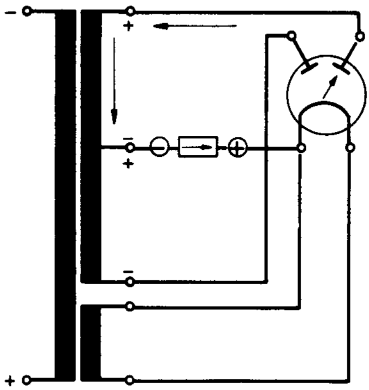




حالت‌های عبور جریان



نیمه‌دور اول

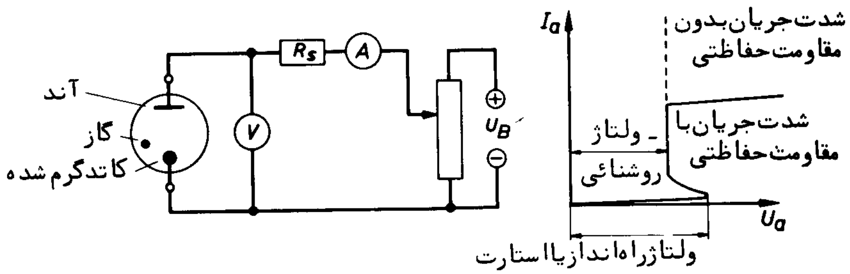


نیمه‌دور دوم

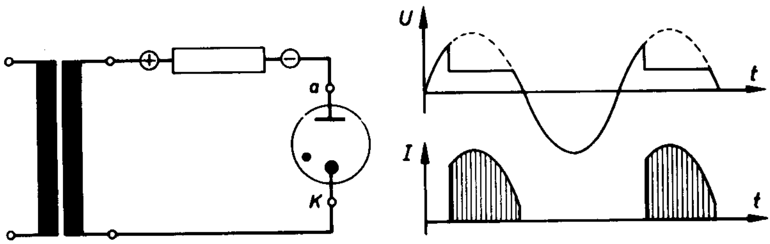
این نوع یک‌سو کننده‌ها را برای شدت جریان تا تقریبا ۳۰۰ میلی آمپر درست می‌کنند ، افت ولتاژ روی لامپ در جهت جریان نسبتا زیاد می‌باشد (تقریبا ۳۰ تا ۵۰۰ ولـت بر حسب نوع لامپ و ولتاژ مورد استفاده) .

این نوع لامپ‌ها مخصوصا برای یک‌سو کردن ولتاژ بالا خیلی مناسب است ، زیرا ولتاژ مانع آن تا ۱۰ کیلو ولت می‌تواند باشد .

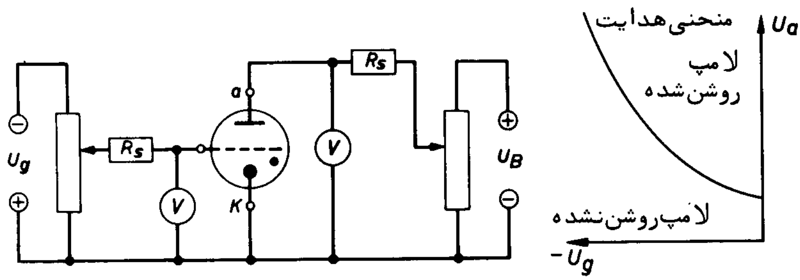
۶ـ یک‌سو کننده‌ها
۱۰۸۰۶ ـ "تیراترون"



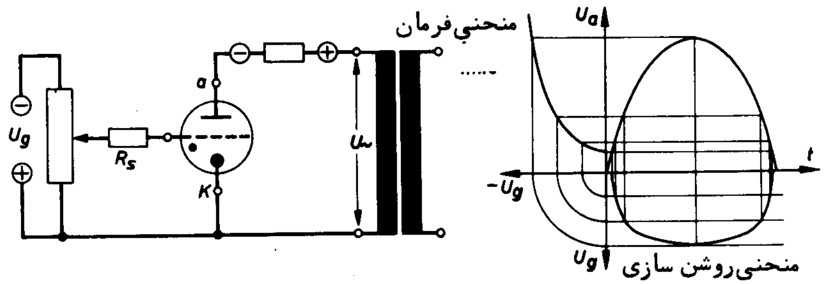
پائین تر از ولتاژ راه‌آنداز یا استارت فقط یک مقدار بسیار کم شدت جریان عبور میکند. وقتی ولتاژ روی لامپ به‌اندازه ولتاژ راه‌انداز برسد در لامپ حالت یونیزاسیون جهشي به وجود می آید. دراین لحظه ولتاژ لامپ به "ولتاژ روشنائی" تبدیل میگردد (یعنی افت میکند). شدت جریان لامپ بغیر از ولتاژ روی لامپ فقط به مقاومت بار مربوط است.



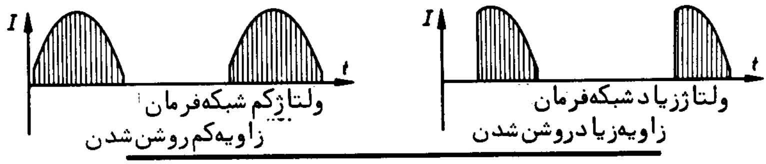
وقتی لامپ به نیمه دور مثبت ولتاژ که به اندازه ولتاژ راه‌انداز باشد برسد، روشن می‌شود. و وقتی به ولتار پائین‌تر از "ولتاژ خاموشي" برسد دوباره خاموش می‌شود. در زمان مابین روشن و خاموش شدن لامپ یک جریان نیز از لامپ می‌گذرد. نیمه دور منفی ولتاژ مسدود میماند.

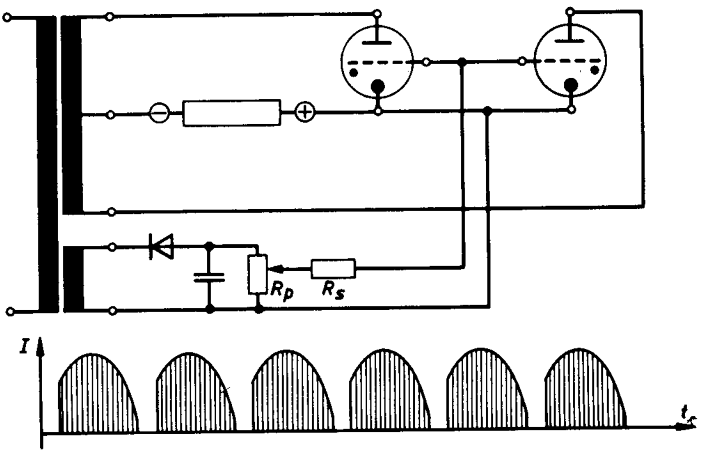


وقتی ولتاژ شبکه فرمان نسبت به کاتد منفی می‌شود، می‌توان از طریق ورقه بین کاتد و آند ولتاژ راه‌انداز یا استارت را زیاد کرد. این نوع یک‌سو کننده لامپی محتوی گاز را که به‌توان هدایت کرد، "تیراترون" می‌نامند.



به‌وسیله بزرگی ولتاژ شبکه فرمان ، می‌توان تعین کرد که با چه زاویه‌ای لامپ در زمان نیمه دور مثبت روشن میشود .

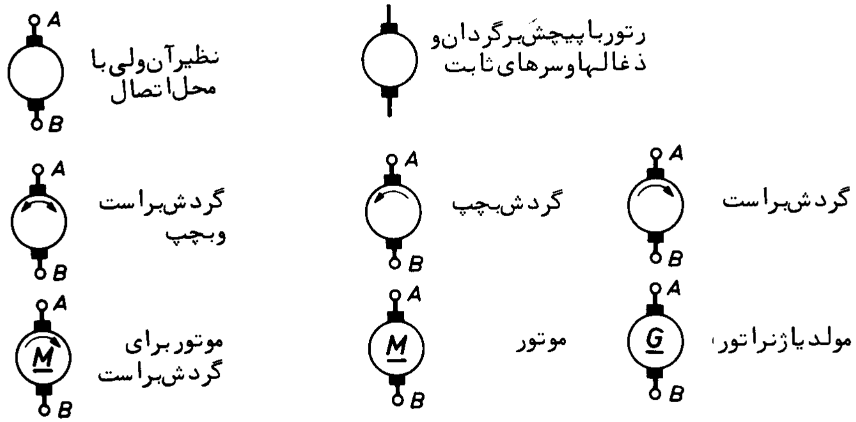




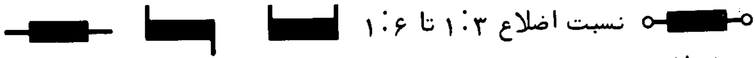
هر دوی تیراترون‌ها به عنوان یک‌سو کننده دوطرفه بسته شده‌اند . به وسیله مدار شبکه فرمان زاویه روشن شدن هر دوی نیمه دورها معین می‌شوند . اندازه ولتاژ شبکه فرمان که خود تعین کننده زاویه روشن شدن است به وسیله پتانسیومتر Rp تنظیم میشود .

۷ – ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۱۰۷ – علائم اتصال

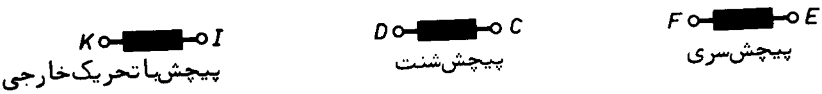
علائم اختصاری برای رتورها



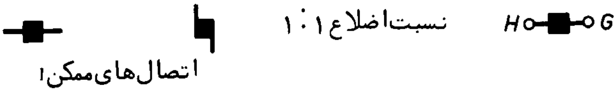
علائم اختصاری برای استاتورها

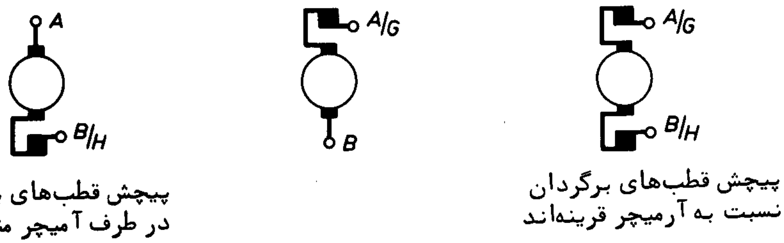


نوع پیچش (مثلا پیچش سری یا پیچش شنت) از نام گذاری سر سیم (کلیم) ها تعین میشود. پیچش‌های میدان باید همیشه طوری وصل شوندکه جهت جریان با ترتیب الفبای ۱۰گذاری سر ها بخوانند.



علائم اختصاری پیچش قطب‌های برگردان

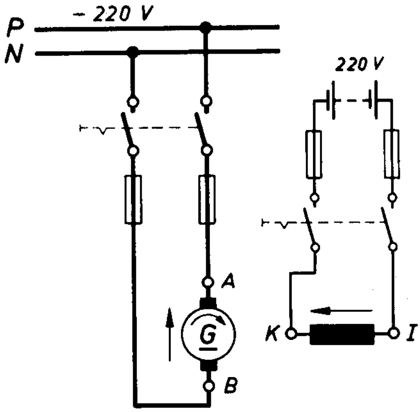




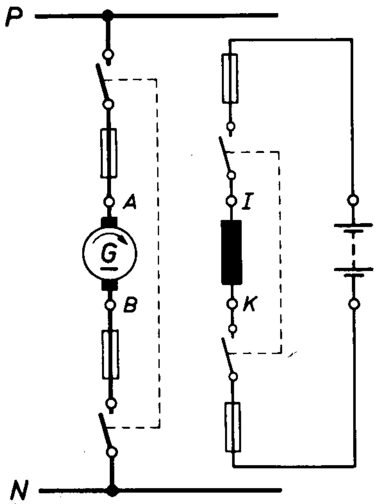
۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۲.۱.۷ ـ مولد با تحریک خارجی

پیچش میدان به یک منبع ولتاژ که مستقل از ژنراتور می‌باشد وصل می‌شود.
برای گردش براست A مثبت و برای گردش به چپ منفی می‌باشد.
جهت چرخش از طرف محرک است.

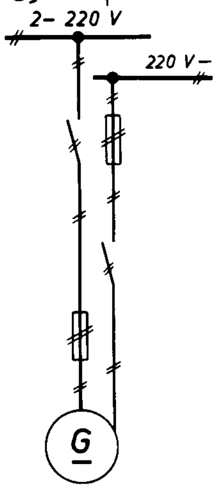
نقشه اتصال موثر



نقشه مسیر جریان



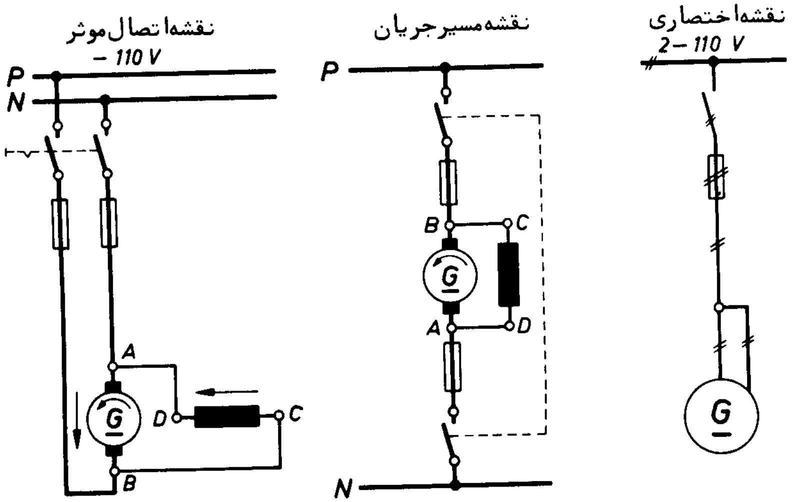
نقشه علائم اختصاری



۷ – ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۲۰۷ – مولدهای پیچش سری و شنت

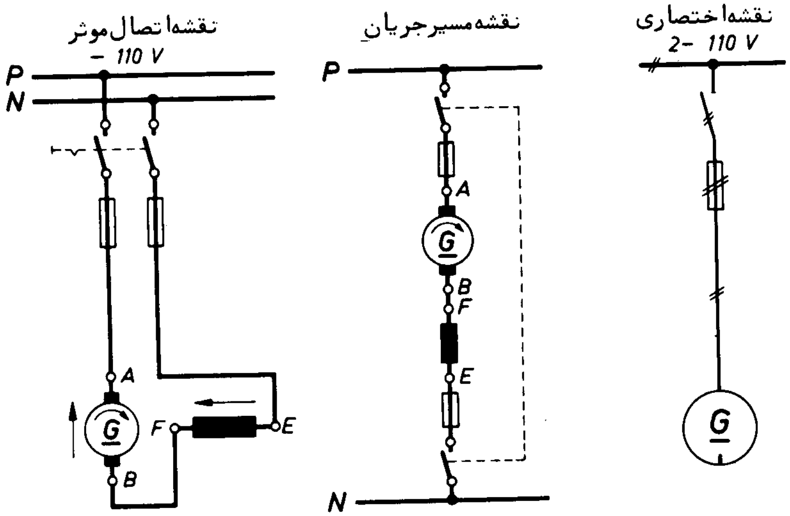
مولد یا ژنراتور با پیچش شنت

پیچش روتور و استاتور با هم موازی بسته شده‌اند.



مولد یا ژنراتور با پیچش سری

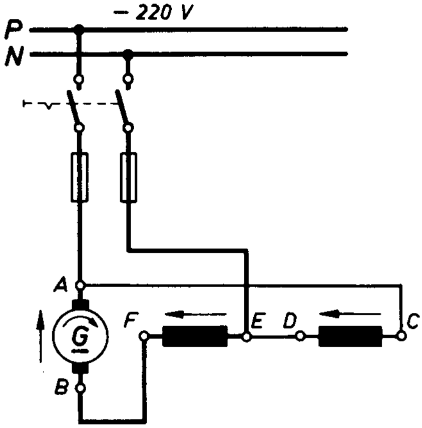
پیچش روتور و استاتور با هم سری بسته شده‌اند.



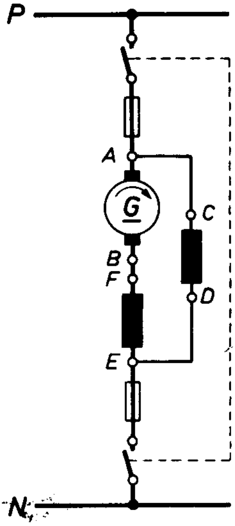
۷ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۲۰۲۰۷ ـ مولد با پیچش مضاعف

این ماشین هم دارای پیچش سری و هم چنین پیچش شنت است . برای گردش به‌راست A مثبت و برای گردش بچپ A منفی میباشد .

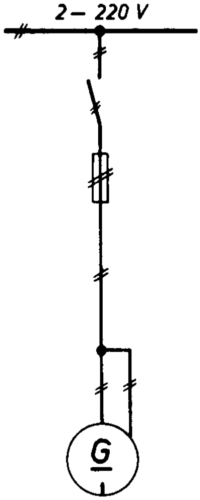
نقشه اتصال موثر



نقشه مسیر جریان

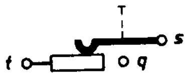


نقشه خلاصه

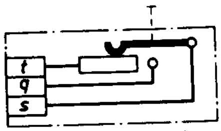


۷ – ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۳۰۷ – مقاومت تغیر میدان

ولتاژ سر سیم یک مولد بستگی به قدرت میدان محرک دارد. و این ولتاژ را می‌توان به وسیله شدت جریان محرک تغیر داد. برای تغیر شدت جریان ازیک مقاومت متغیر بنام مقاومت متغیر میدان استفاده می‌شود. برای این‌که موقع خاموش‌کردن مولد از به وجود آمدن خود القائی خیلی زیاد جلوگیری به‌عمل آید، قبل از خاموش‌کردن، به کمک مقاومت تغیر میدان، پیچش محرک میدان را اتصال کوتاه میدهند (سر سیم q).



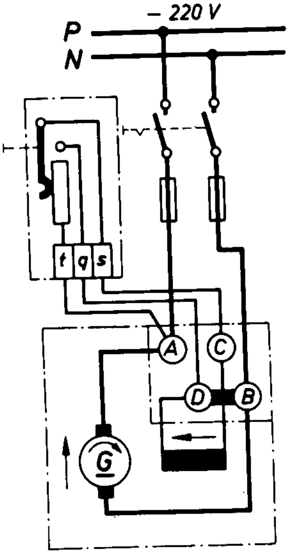
مقاومت تغیرمیدان



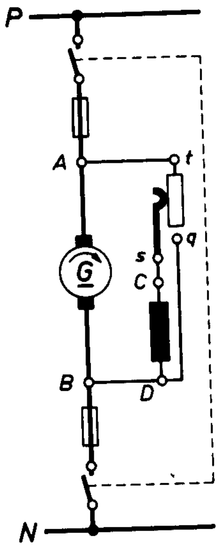
مقاومت تغیرمیدان با بدنه‌و تخته‌سرسیم‌ها

مولد یا ژنراتور با پیچش شنت و مقاومت تغیر میدان

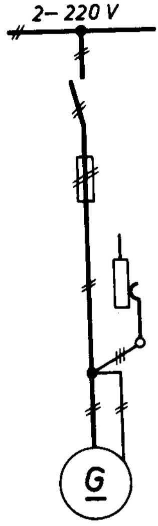
نقشه‌اتصال موثر



نقشه‌مسیرجریان

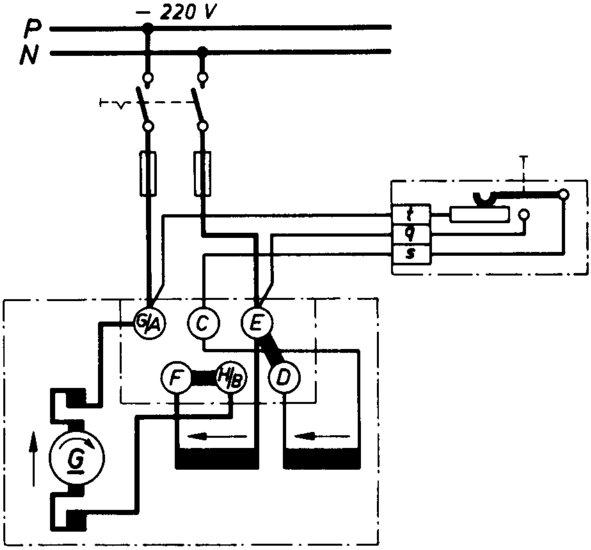


نقشه‌باعلائم اختصاری

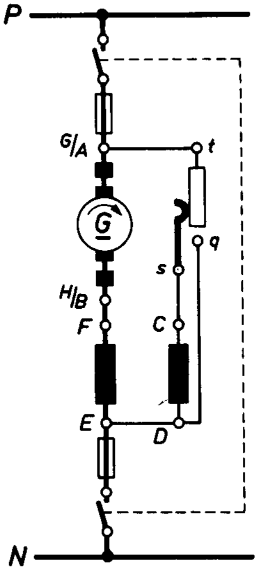


۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۲۰۳۰۷ ـ مولد با پیچش مضاعف و قطبهای برگردان و مقاومت تغیر میدان

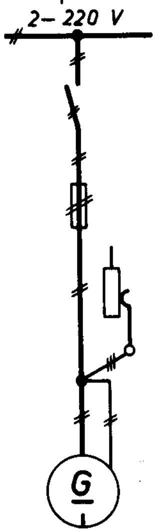
نقشه‌اتصال موثر



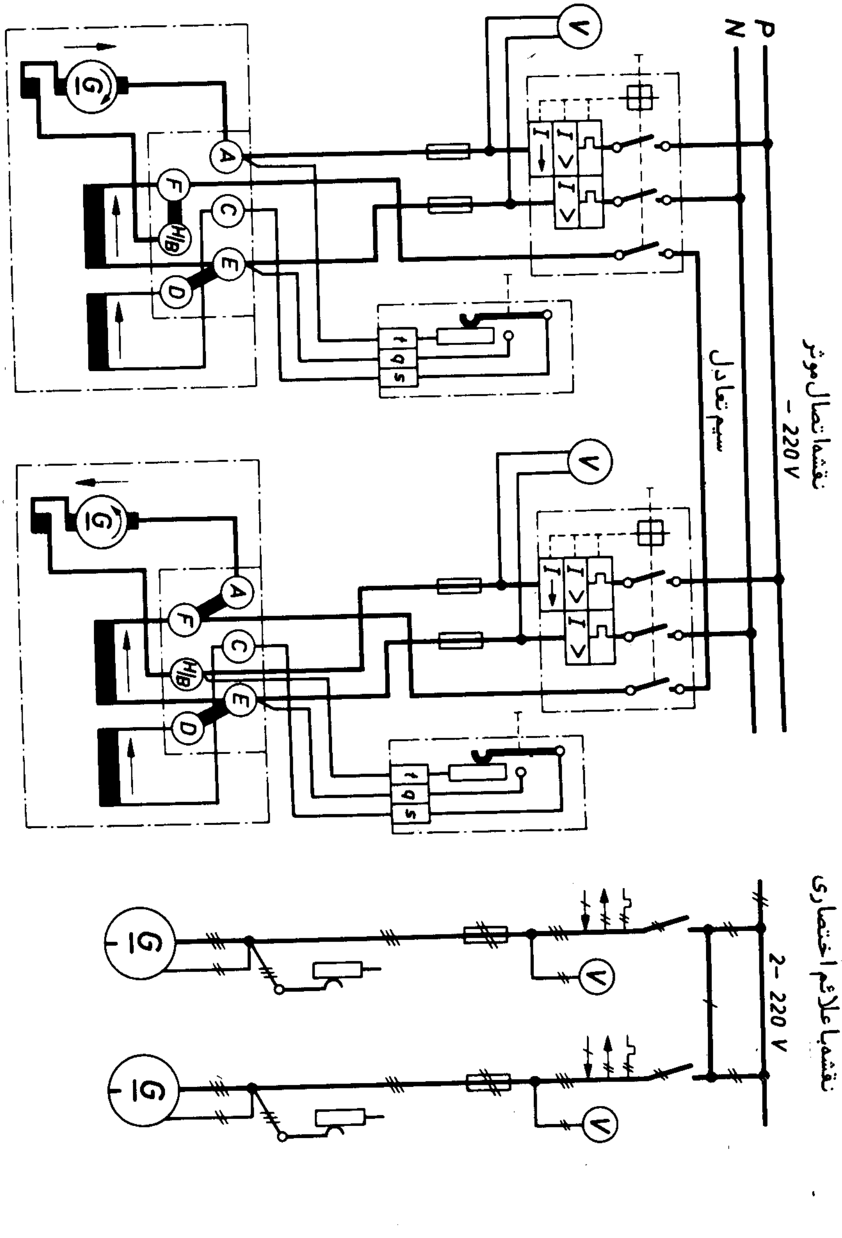
نقشه‌مسیرجریان



نقشه‌باعلائم‌اختصاری

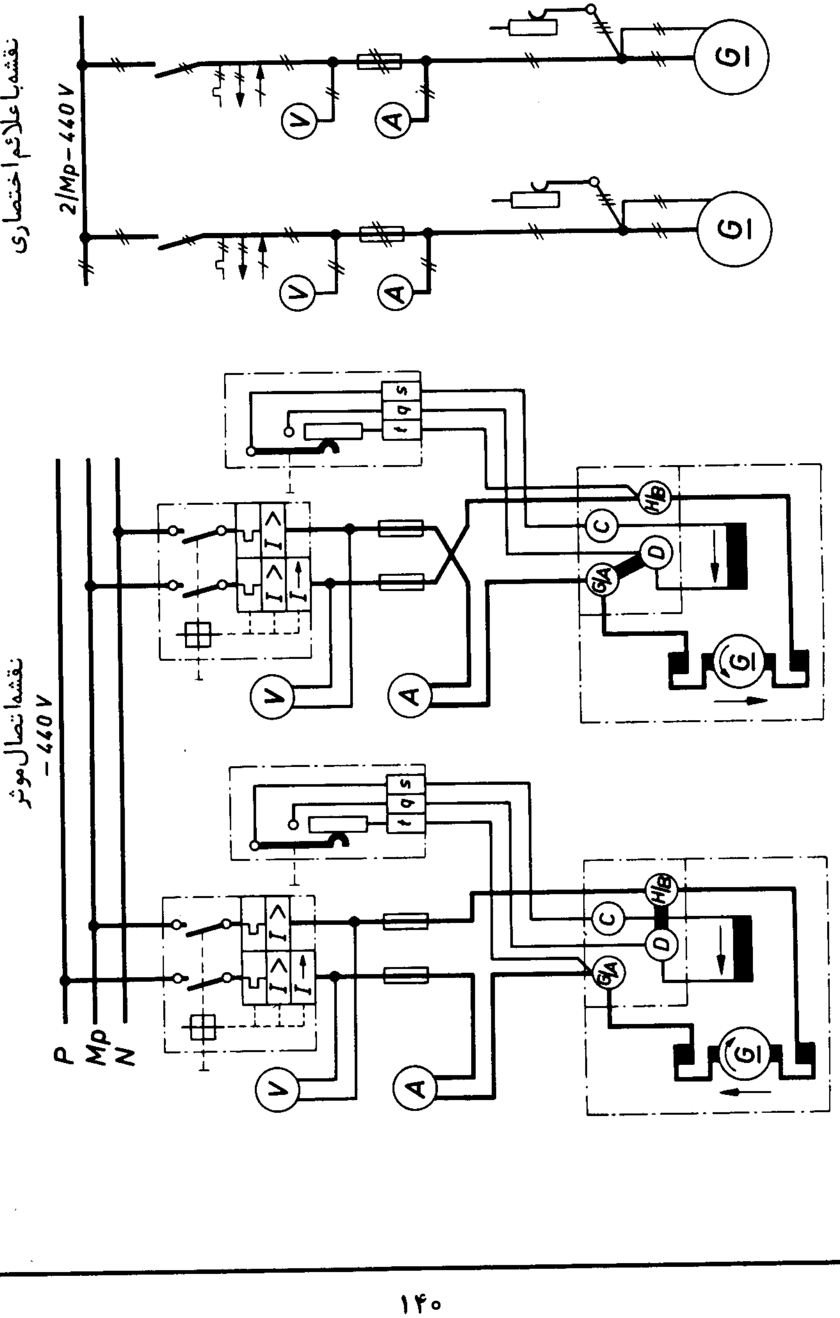


۷ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۴۰۷ ـ اتصال موازی مولد با پیچش مضاعف



۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم

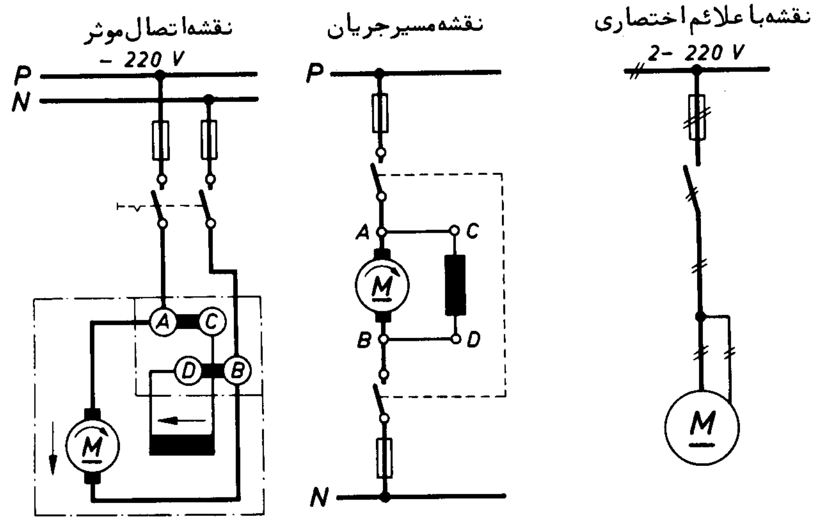
۲۰۴۰۷ ـ اتصال سری مولد با پیچش شنت (شبکه با سه سیم)



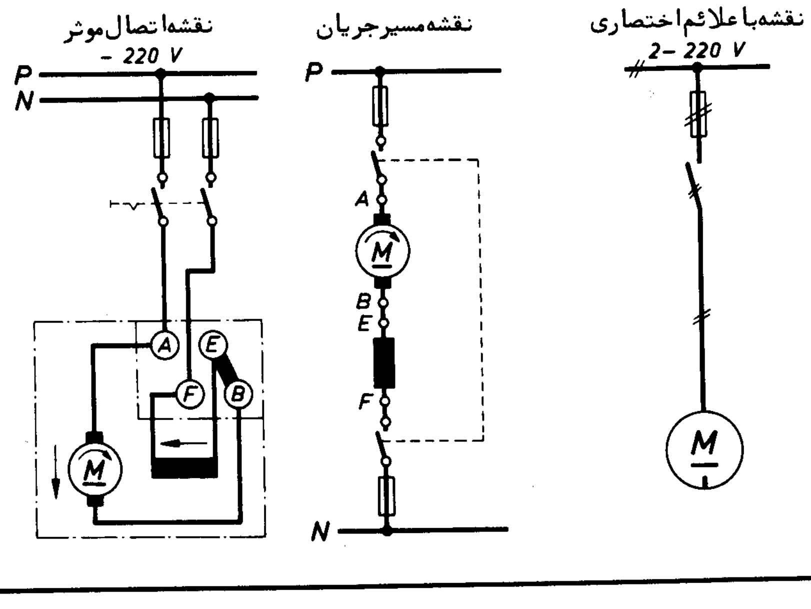
۷ – ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۵۰۷ – موتورهای پیچش شنت و سری

نسبت بنوک فلش جهت میدان اگر بسنجیم ، یوخ همیشه ازذغال مثبت بذغال منفی میچرخد.

موتور پیچش شنت

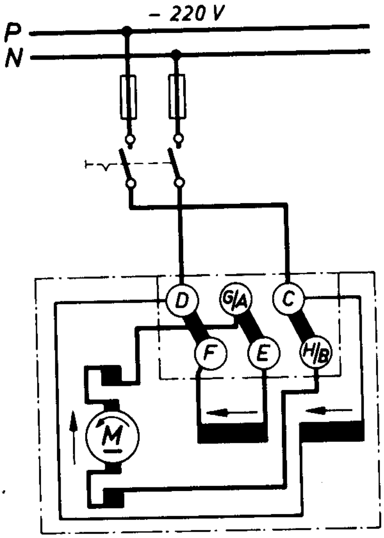


موتور پیچش سری

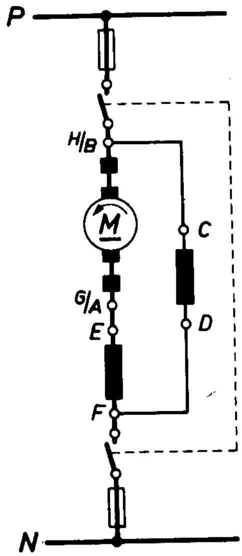


۷ – ماشین‌های جریان مستقیم
۲۰۵۰۷ – موتور با پیچش مضاعف

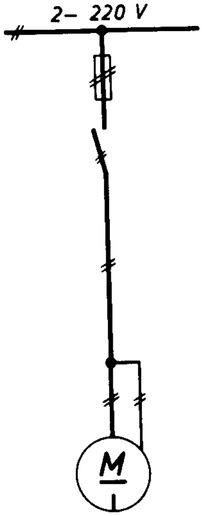
نقشه اتصال موتر



نقشه مسیر جریان



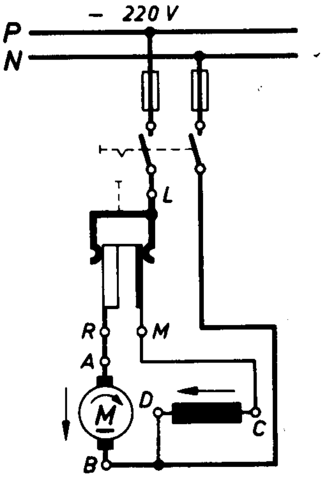
نقشه با علائم اختصاری



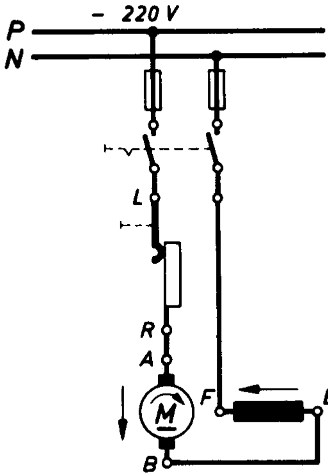
۷ ــ ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۶۰۷ ــ موتور راه‌انداز (استارت)، استارت تنظیم و استارت تنظیم میدان

عدم وجود نیروی محرکه مخالف باعث بوجود آمدن یک شدت جریان راه‌انداز بسیار زیاد می شود و این جریان باید به‌وسیله یک موتور استارت محدود گردد. به‌پیچش میدان موتور شنت نباید در موقع راه‌اندازی خللی وارد شود و به همین علت راه‌انداز یا استارت موتورهای شنت و سری با هم فرق می‌کنند.

موتور با پیچش شنت و راه‌انداز یا استارت

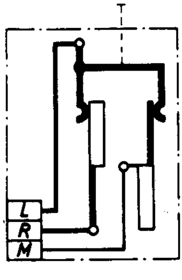


موتور با پیچش سری و راه‌انداز یا استارت

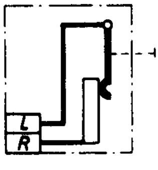


اندازه‌های راه‌انداز یا استارت تنظیم طوری در نظر گرفته می‌شوند که قبل از رسیدن روتور به دور معمولی خود بتوان دور موتور را تنظیم کرد. در موتورهای پیچش سری به کمک استارت تنظیم میدان می‌توان دور موتور را بالاتر از دور معمولی آن‌هم تنظیم نمود.

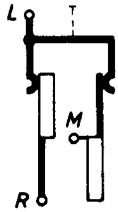
راه‌انداز تنظیم میدان با بدنه و تخته‌سرسیم ها



راه‌انداز با بدنه و تخته‌سرسیم ها

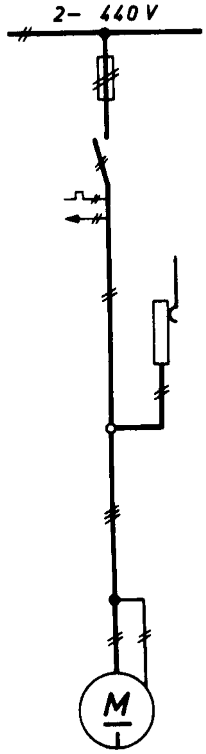


راه‌انداز تنظیم میدان

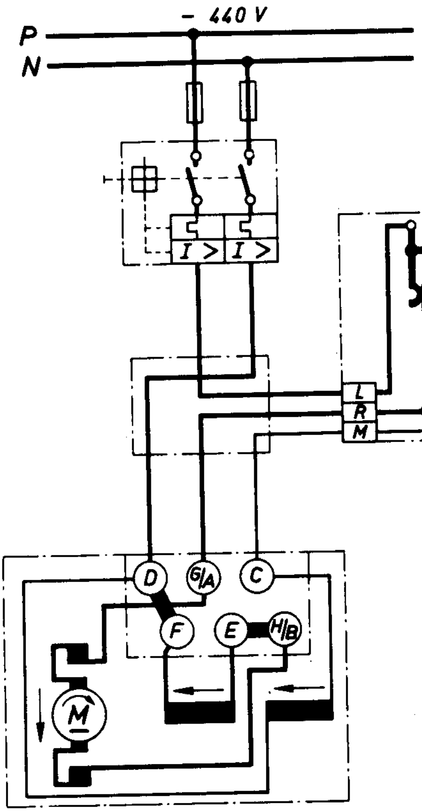


۷ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۲۰۶۰۷ ـ موتور با پیچش مضاعف و راه‌انداز (استارت) تنظیم میدان

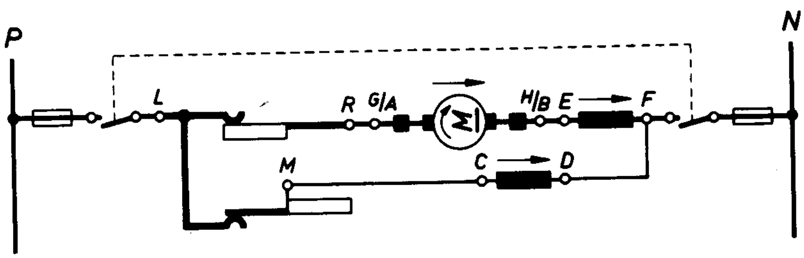
نقشه‌با علائم اختصاری



نقشه‌اتصال‌موثر



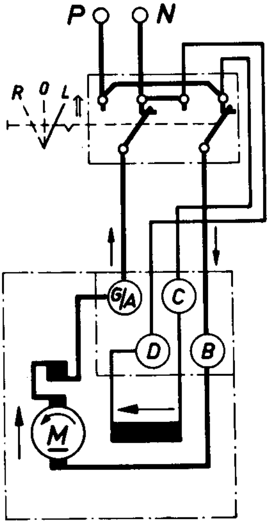
نقشه‌مسیرجریان



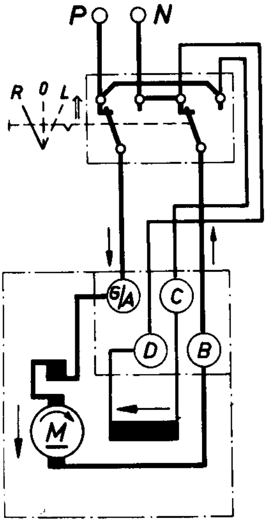
۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۷۰۷ ـ حالتهای اتصال مدارهای برگردان

موتور با پیچش شنت

گردش‌بچپ

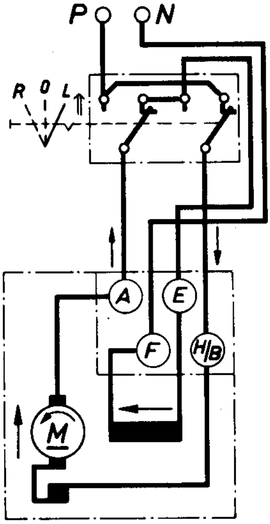


گردش‌براست

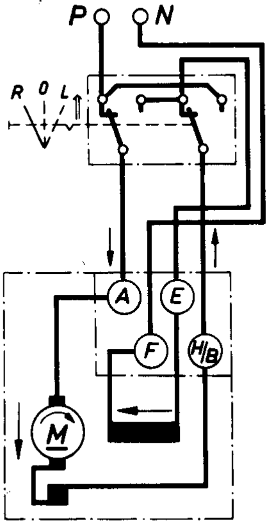


موتور با پیچش سری

گردش‌بچپ



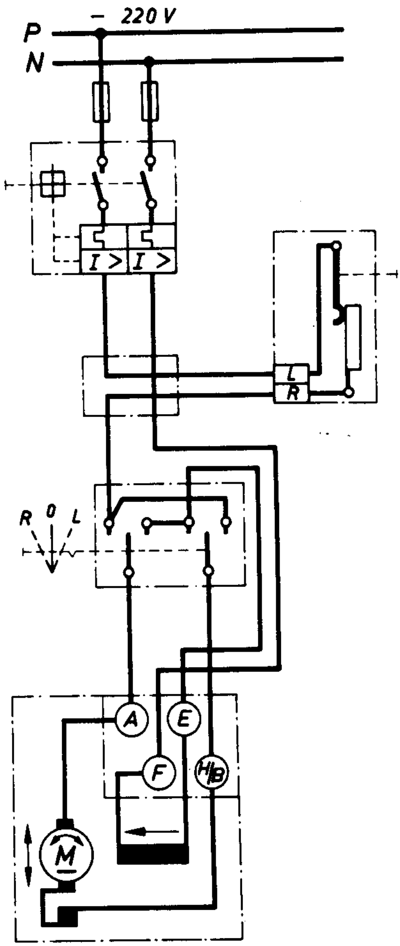
گردش‌براست



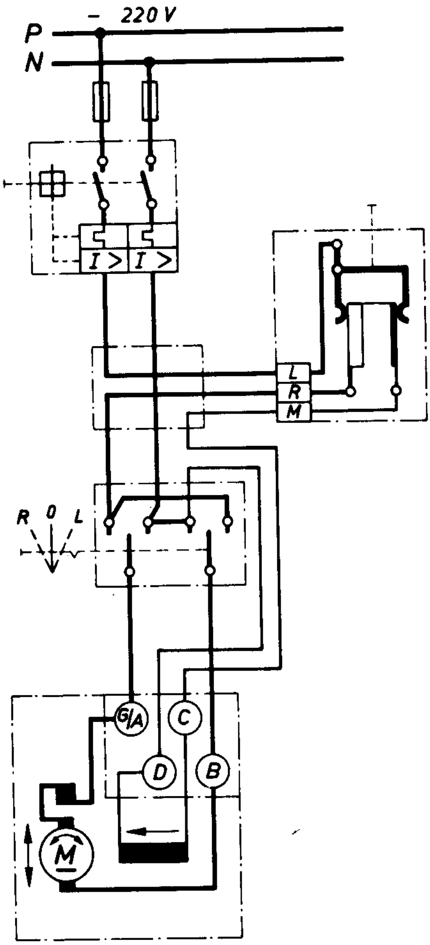
۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۲۰۷۰۷ ـ تغیر اتصال جهت چرخش (مدار برگردان)

تغیر جهت چرخش همیشه با برگرداندن قطب‌های پیچش آرمیچر انجام میشود . اتصال پیچش میدان همیشه ثابت است .

موتور با پیچش سری

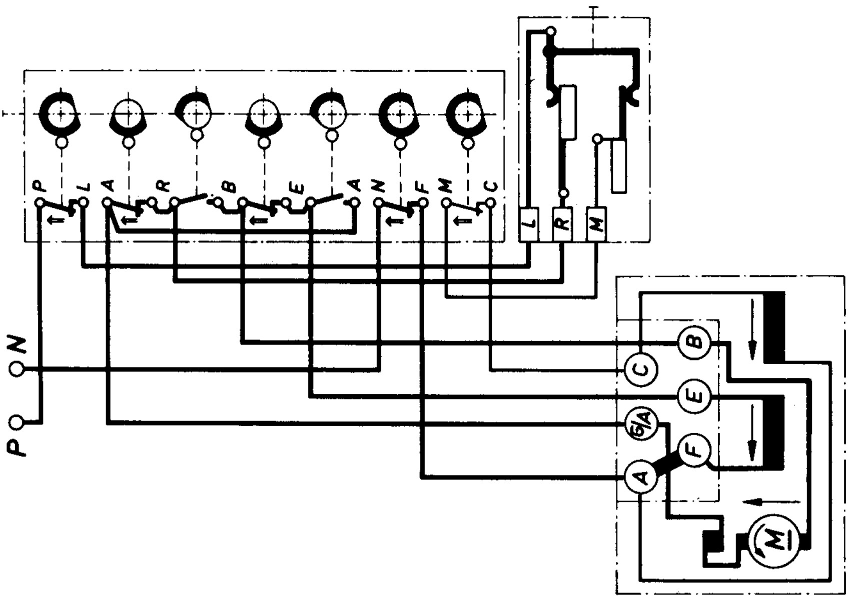


موتور با پیچش شنت

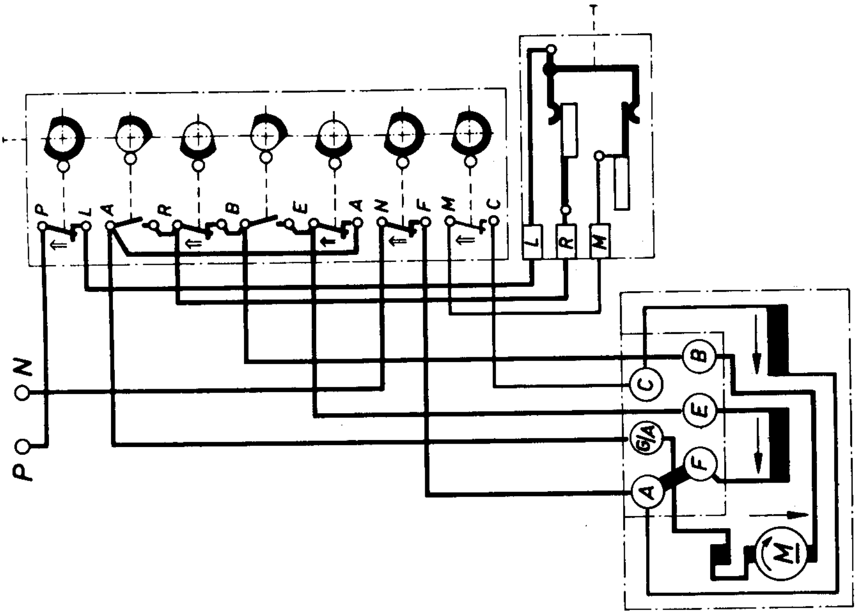


۷۰۸۰۱ ـ حالتهای اتصال مدار برگردان با کلیدهای انگشتی

گردش براست

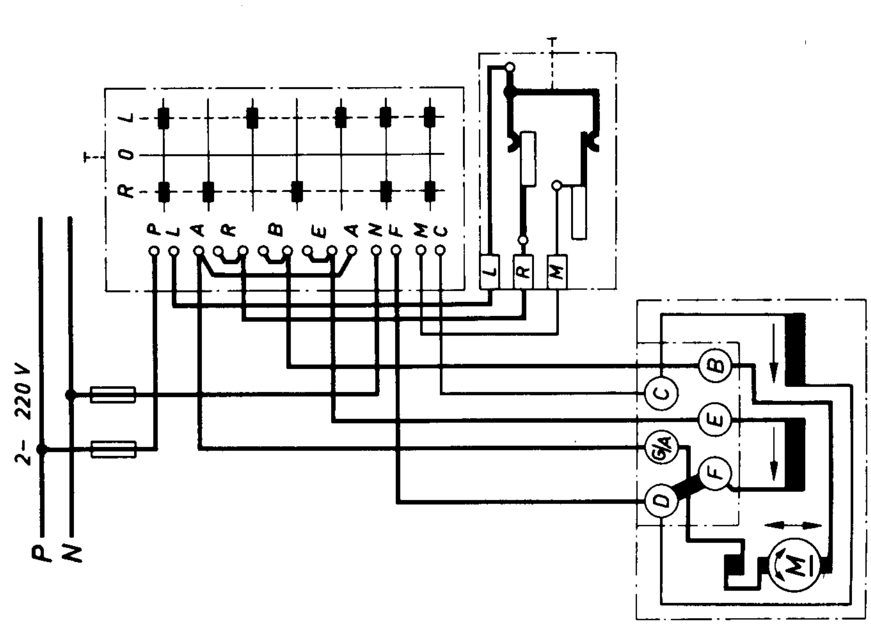


گردش بچپ

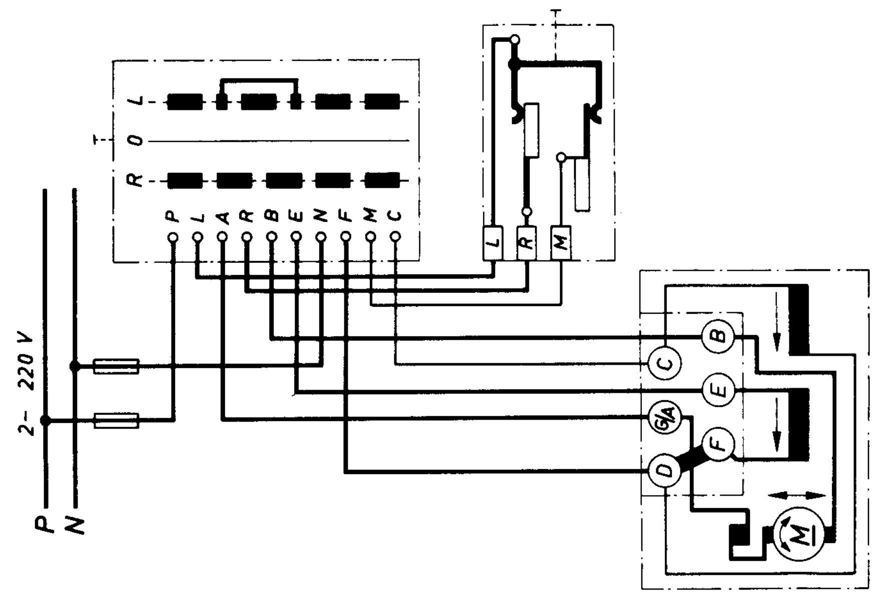


۷ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۲۰۸۰۷ـ مدار برگردان با کلید انگشتی و کلید غلطکی

مدار برگردان با کلید انگشتی

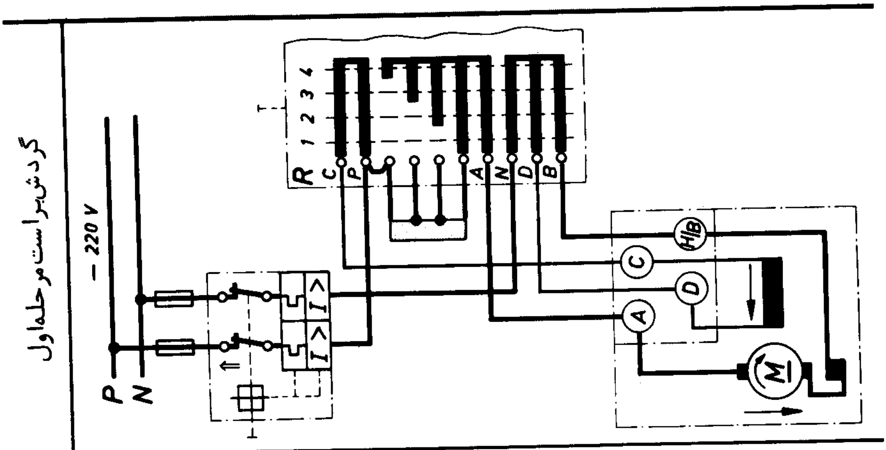


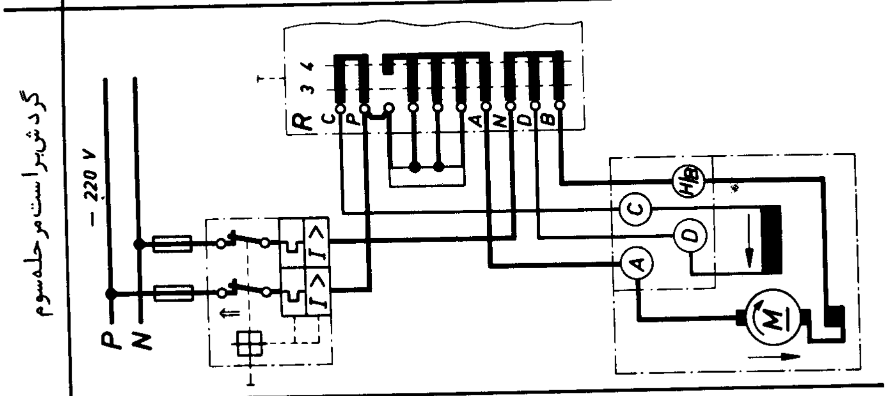
مدار برگردان با کلید غلطکی

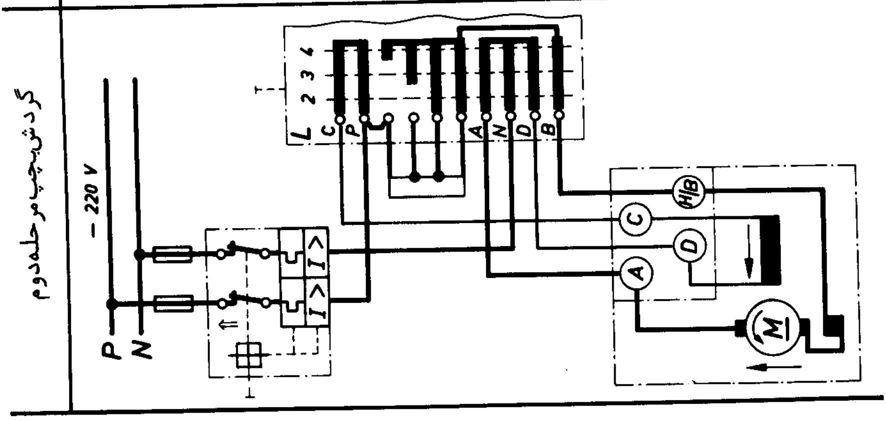


۷ـ ماشین‌های جریان مستقیم

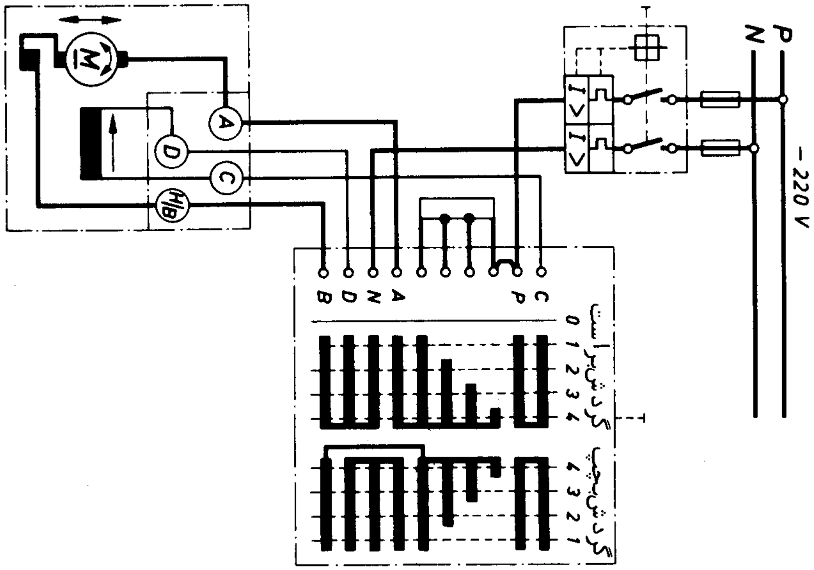
۱۰۹۰۷ ـ حالتهای اتصال مدار برگردان با کلید راه‌انداز غلطکی



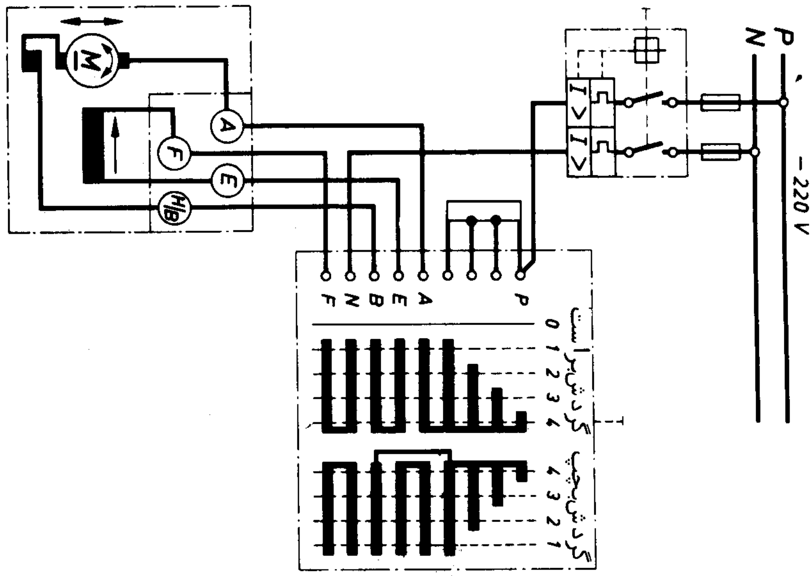




۲.۹.۷ ــ راه‌انداز (استارت) با کلید غلطکی



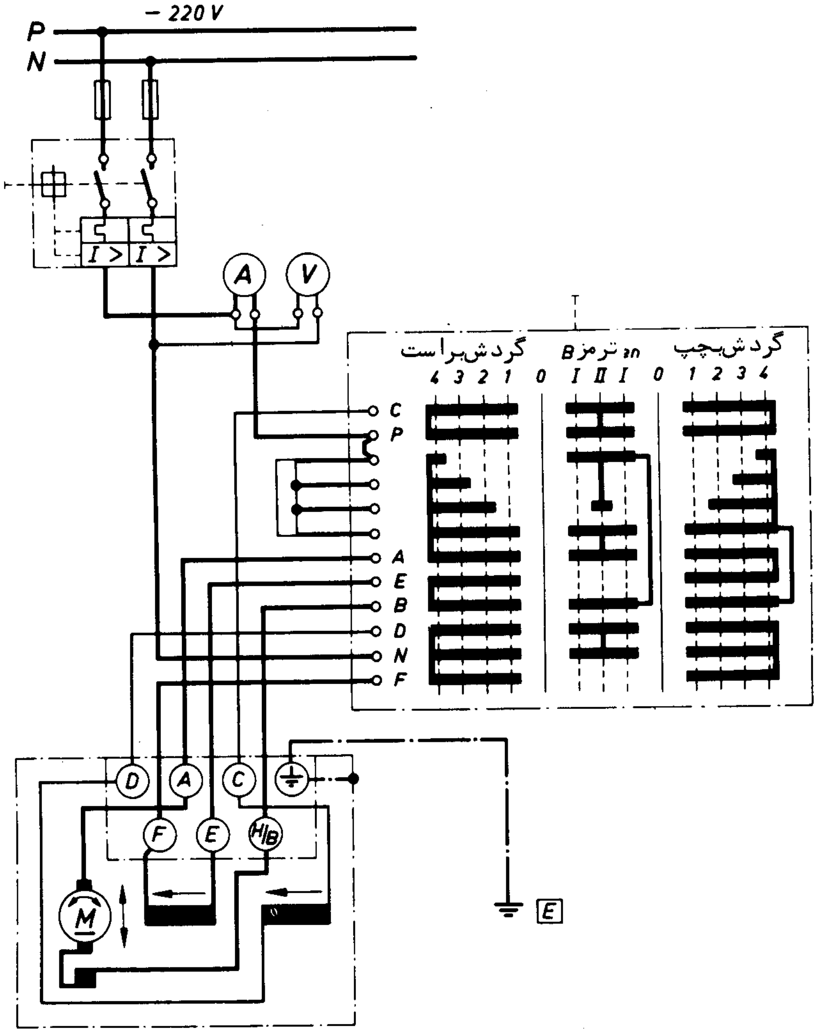
تغییر جهت چرخش یک موتور شنت



تغییر جهت چرخش یک موتور سری

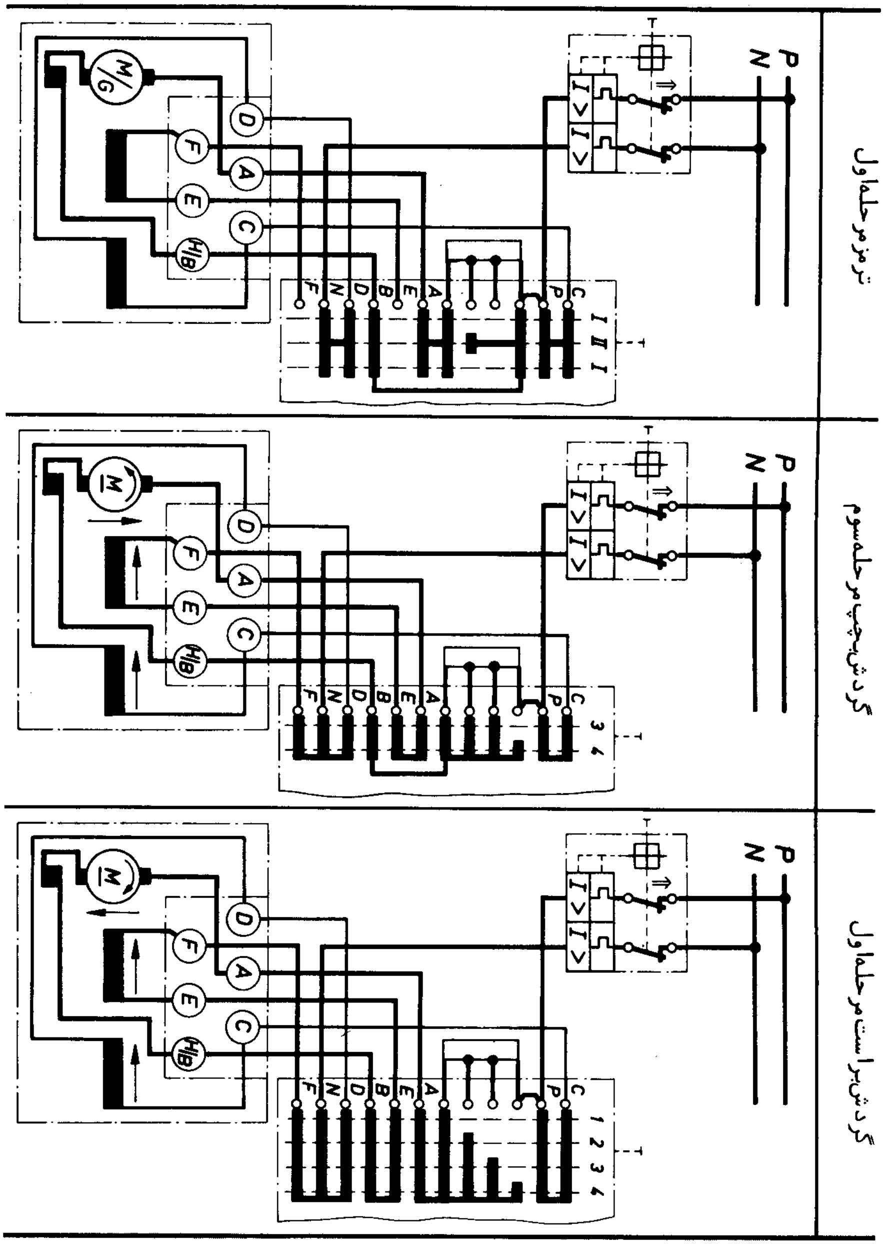
۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۱۵۰۷ ـ راه‌انداز (استارت) با کلید غلطکی و لقمه ترمز

وقتی که غلطک را برای ترمز میچرخانیم موتور بمولد یا ژنراتور شنت تغیر اتصال پیدا میکند. مقاومت‌های راه‌انداز یا استارت در این لحظه به‌عنوان مقاومت‌های بار عمل می‌کنند.

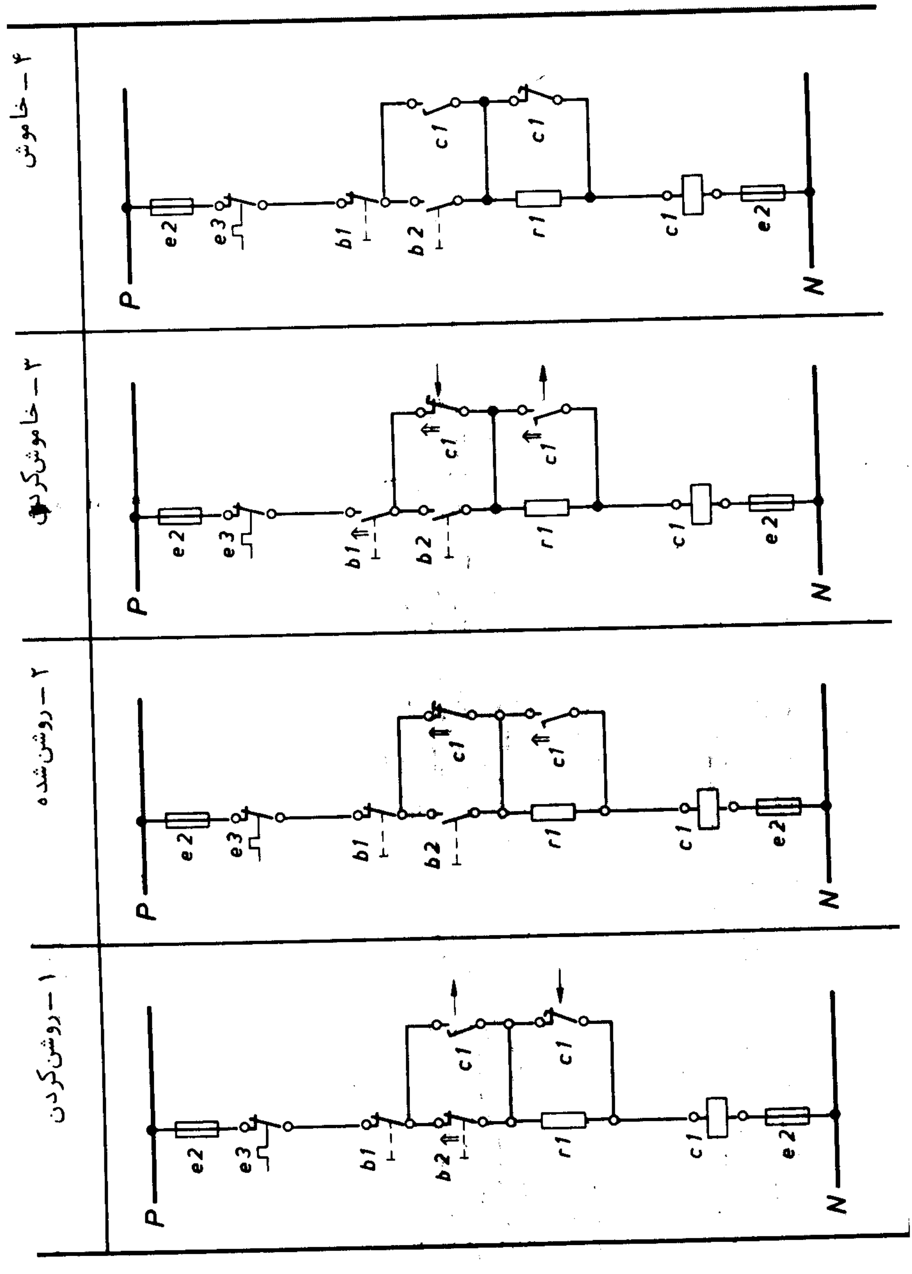


۷ ـ ماشین‌های جریان مستقیم

۷۰۱۵۰۷ ـ حالتهای اتصال راه‌انداز (استارت) کلید غلطکی با لقمه ترمز



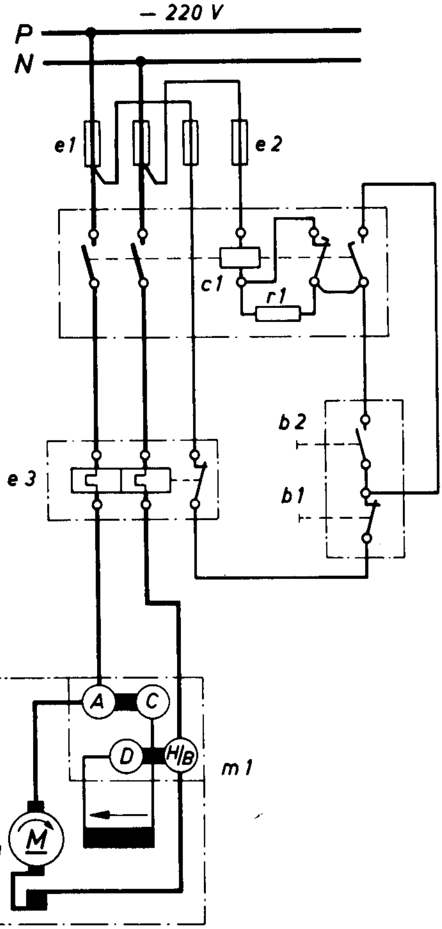
۷ــ ماشین‌های جریان مستقیم
۱۰۱۱۰۷ ــ حالتهای اتصال برای مدار محافظ جریان مستقیم



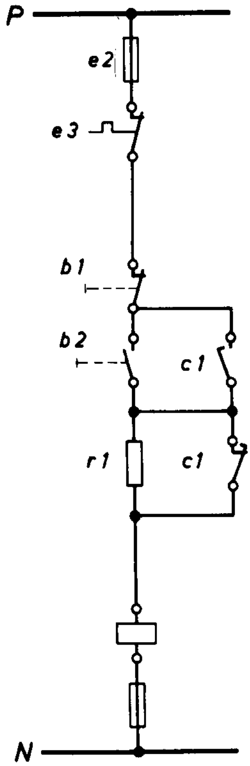
۲۰۱۱۰۷ ـ اتصال یک موتور جریان مستقیم با محافظ جریان مستقیم

موقع روشن کردن ، ولتاژ اصلی کامل روی بوبین حافظ میافتد . (مقاومت اولیه در مدار بوبین اتصال کوتاه می‌شود) بعد از این لحظه روشن کردن ، مقاومت اولی با بوبین حافـظ سری قرار می‌گیرد .

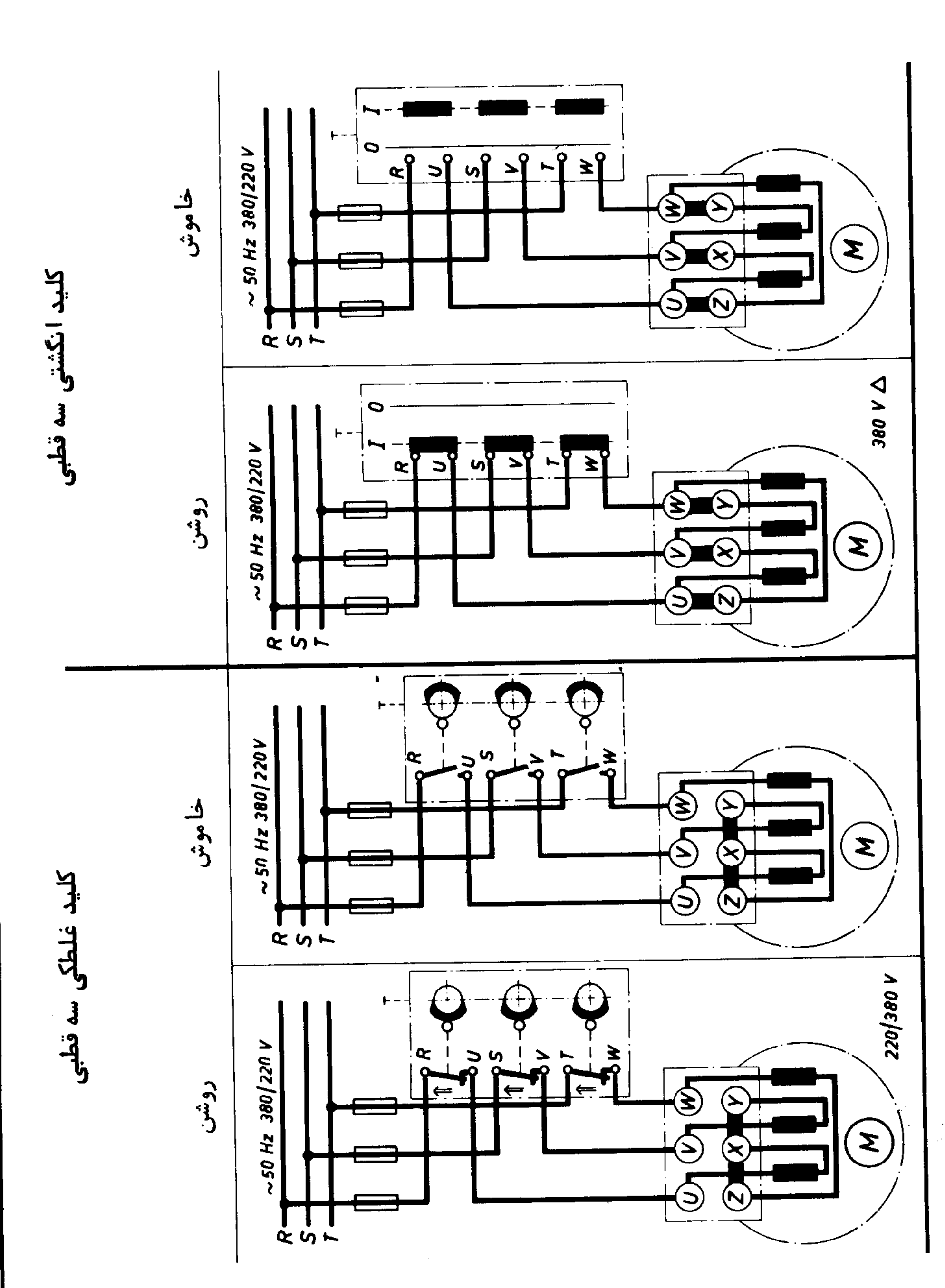
نقشه اتصال موثر



نقشه مسیر جریان فرمان

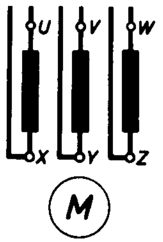


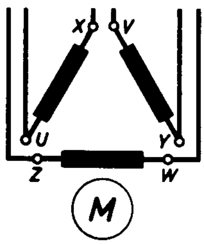
۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۱۰۸ – حالت‌های اتصال موقع روشن کردن مستقیم

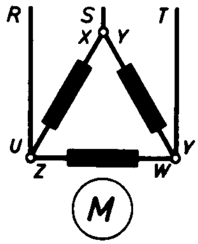


۸ ـ موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۸ ۰۱ ۲ ـ موتور سه‌فاز با روتور قفسه‌ای

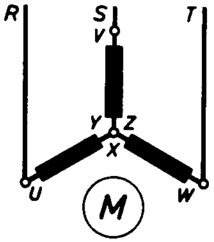
موتور با رتور قفسه‌ای
(تمام سرسیم پیچش‌ها خارج شده‌اند)





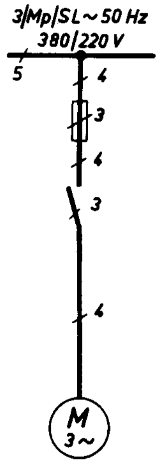


موتور با روتور قفسه‌ای
(پیچش استاتور در اتصال مثلثی)

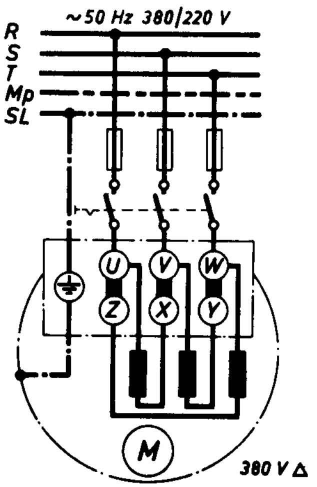


موتور با روتور قفسه‌ای
(پیچش استاتور در اتصال ستاره‌ای)

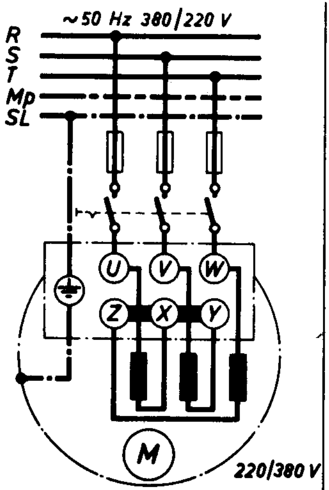
اتصال به برق شبکه با تابلوی سرسیم‌ها و بدنه



نقشه خلاصه



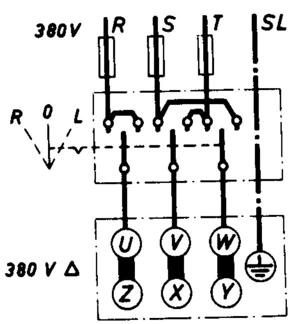
مدار مثلثی
ولتاژ سیم ۳۸۰ ولت



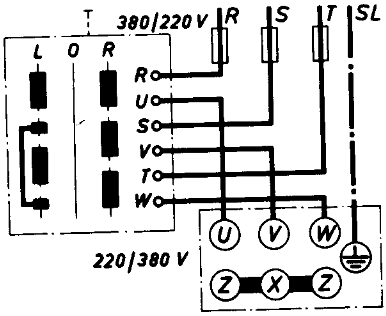
مدار ستاره‌ای
ولتاژ سیم ۲۲۰ ولت

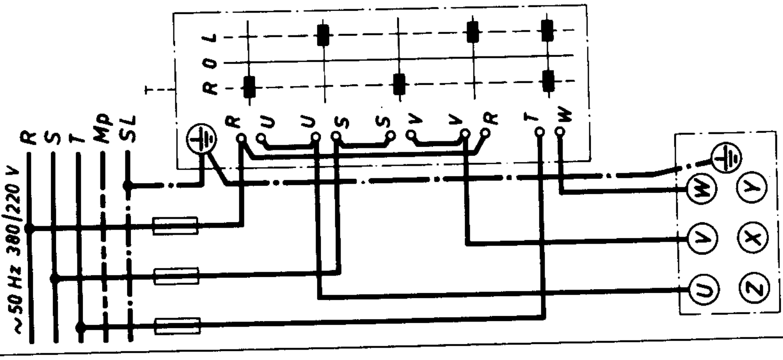
۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۲۰۸ – مدارهای برگردان با دست

کلید اهرمی

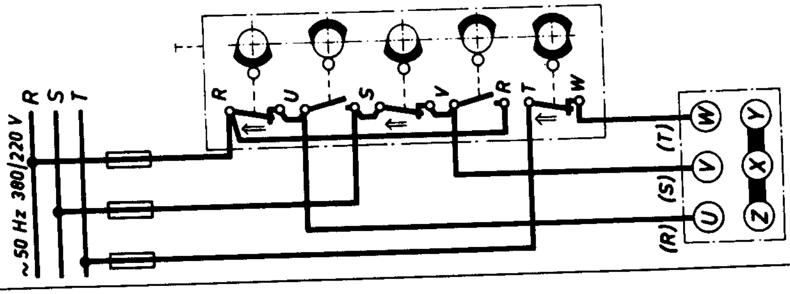


کلید غلطکی

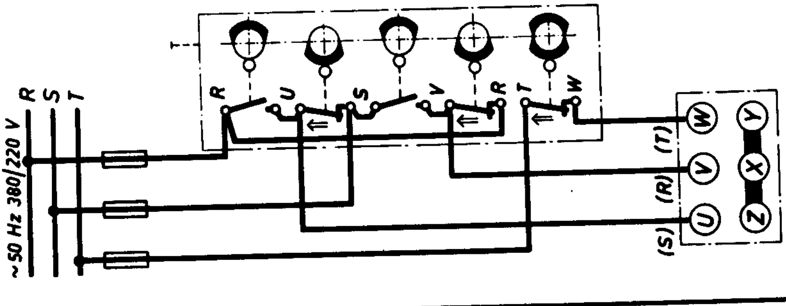




کلید غلطکی



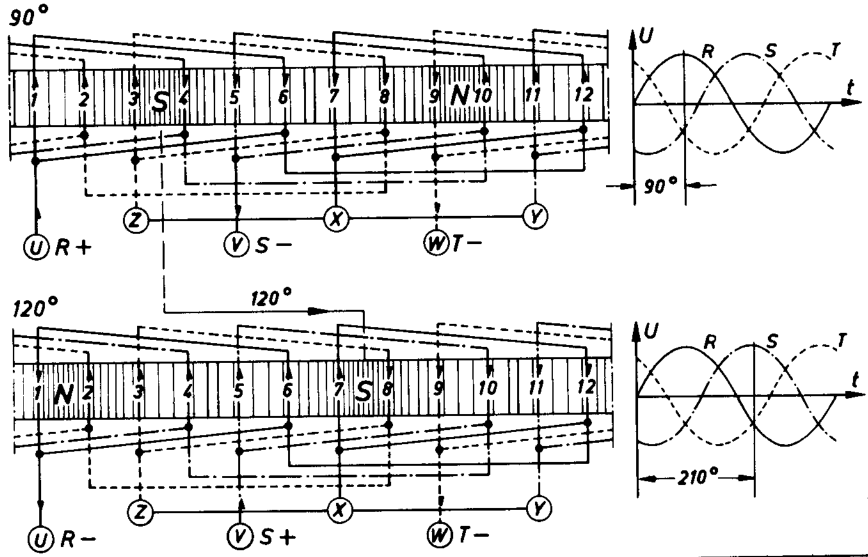
کلید انگشتی حالت اتصال برای گردش براست



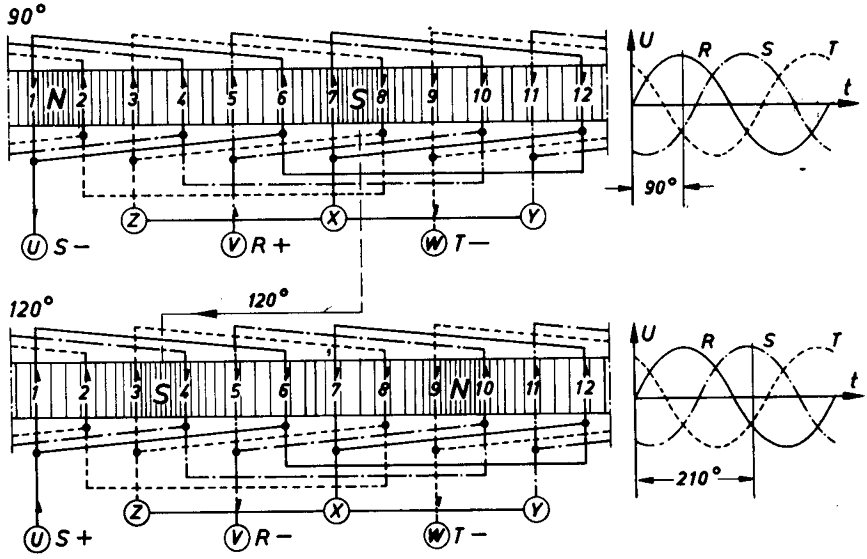
کلید انگشتی حالت اتصال برای گردش بچپ

۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۸۰۲۰۲ – مدارهای برگردان با دست

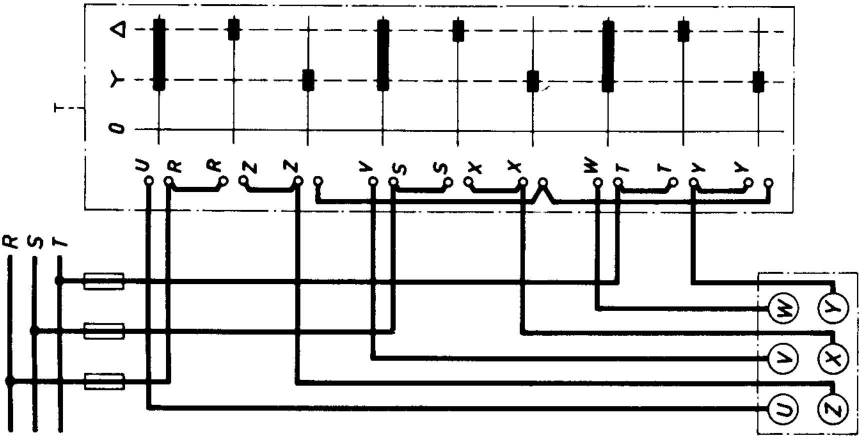
هرگاه سر سیم‌های پیچش U، V و W به ترتیب الفبائی با R، S و T متصل باشند، میدان سه فاز جهت چرخشش از چپ براست است (گردش براست).



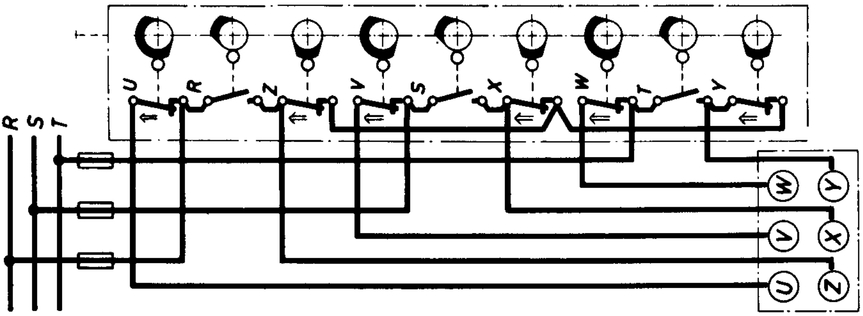
اگر دو سیم خروجی حالت گردش به راست جایشان عوض شود، جهت چرخش میدان عوض می شود.



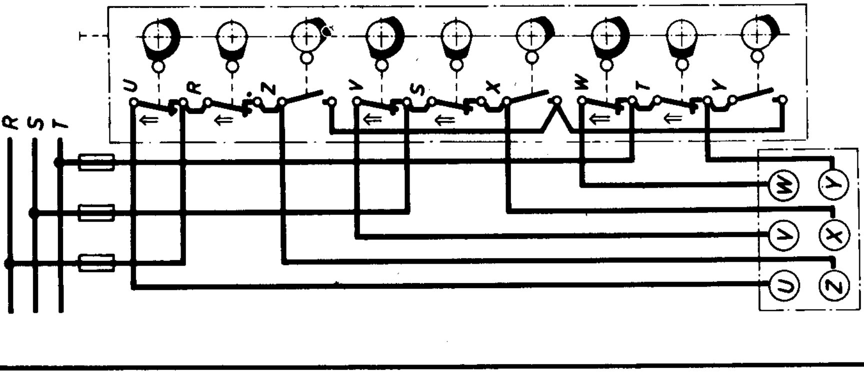
۸ ــ موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۳۰۸ ــ حالت‌های اتصال ستاره‌ای و مثلثی (کلید انگشتی)



حالت اتصال "خاموش"



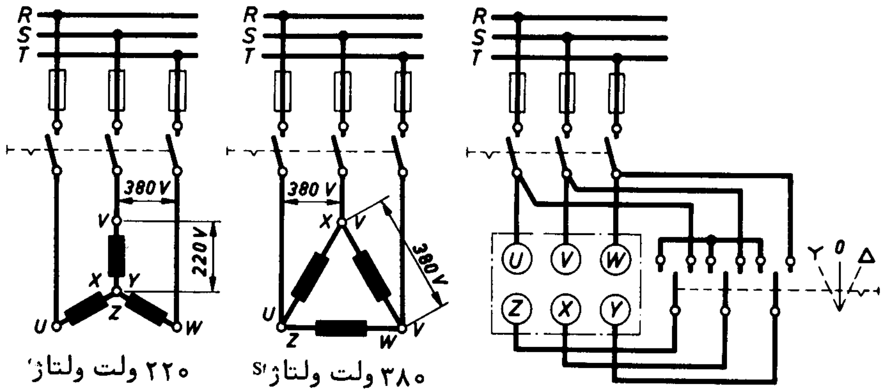
حالت اتصال ستاره‌ای



حالت اتصال مثلثی

۲۰۳۰۸ – مدار ستاره‌ای و مثلثی

در حالت اتصال ستاره‌ای پیچش‌ها دو بدو سری به ولتاژ خارج وصل می‌شوند ، ولی در حالت مثلثی هر یک از پیچش‌ها جداگانه به ولتاژ بیرون مستقیما متصل میگردند .

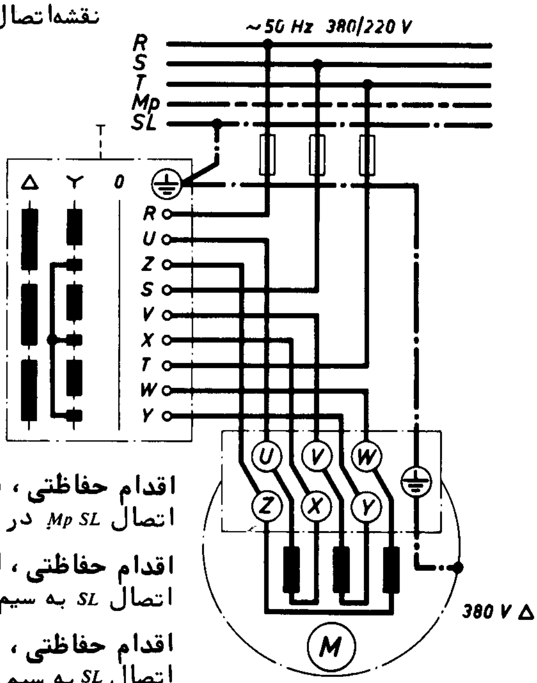


۲۲۰ ولت ولتاژ هر شاخه پیچش

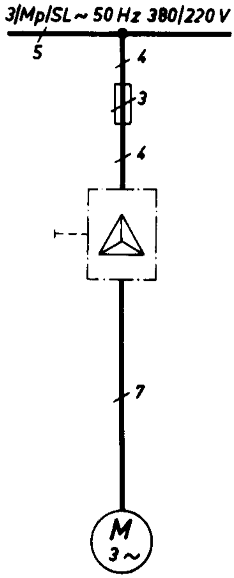
۳۸۰ ولت ولتاژ هر شاخه پیچش

اتصال به شبکه برق به‌وسیله کلید غلطکی

نقشه‌اتصال‌موثر



نقشه‌خلاصه (دیدآسان)

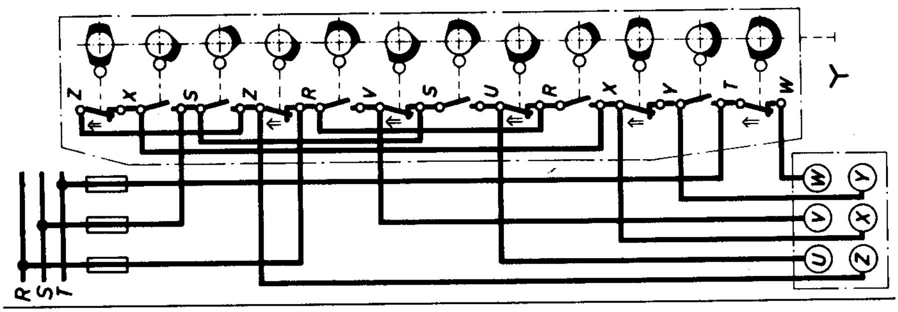


اقدام حفاظتی ، نول کردن :
اتصال Mp SL در تقسیم

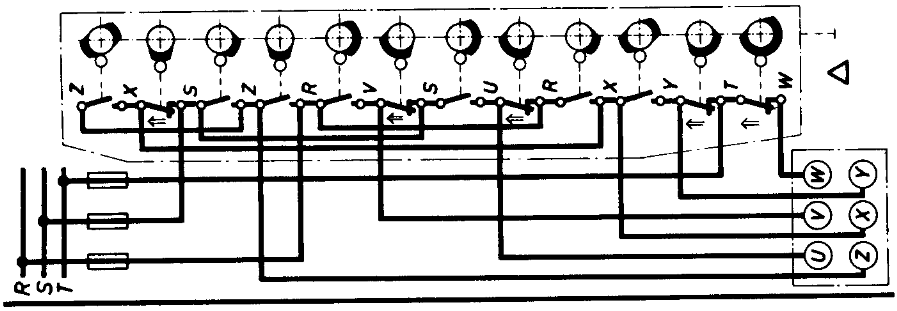
اقدام حفاظتی ، اتصال بزمین :
اتصال SL به سیم زمین .

اقدام حفاظتی ، مدار FI :
اتصال SL به سیم

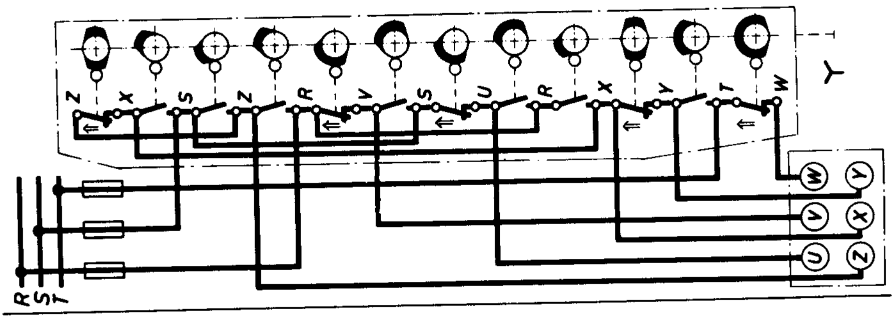
۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۴۰۸ – حالت‌های اتصال مدارهای برگردان ستاره‌ای و مثلثی



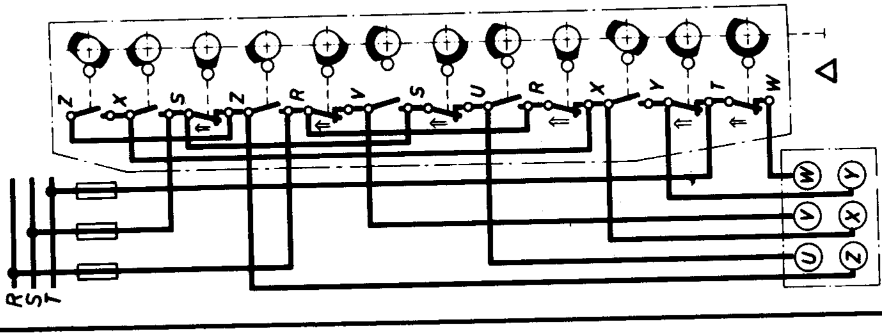
گردش براست



گردش براست

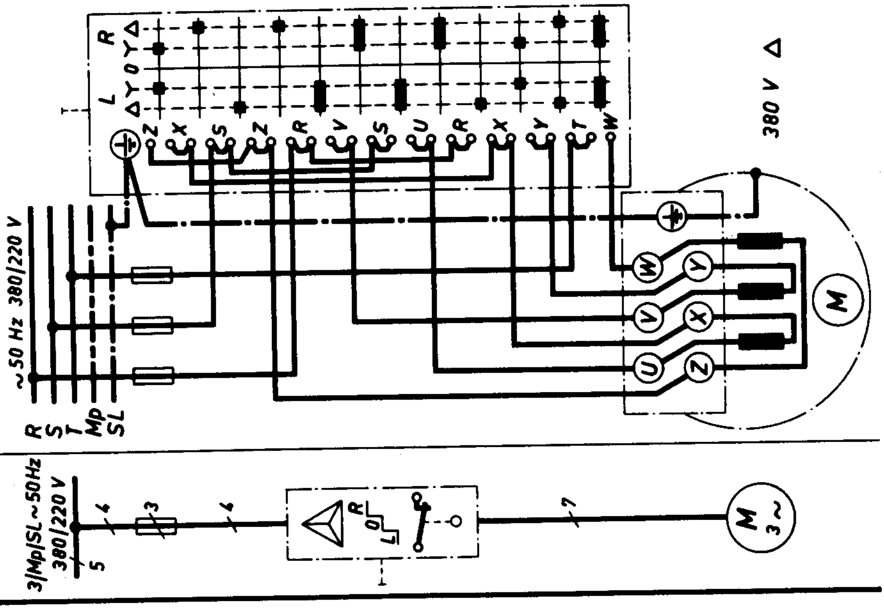


گردش بچپ

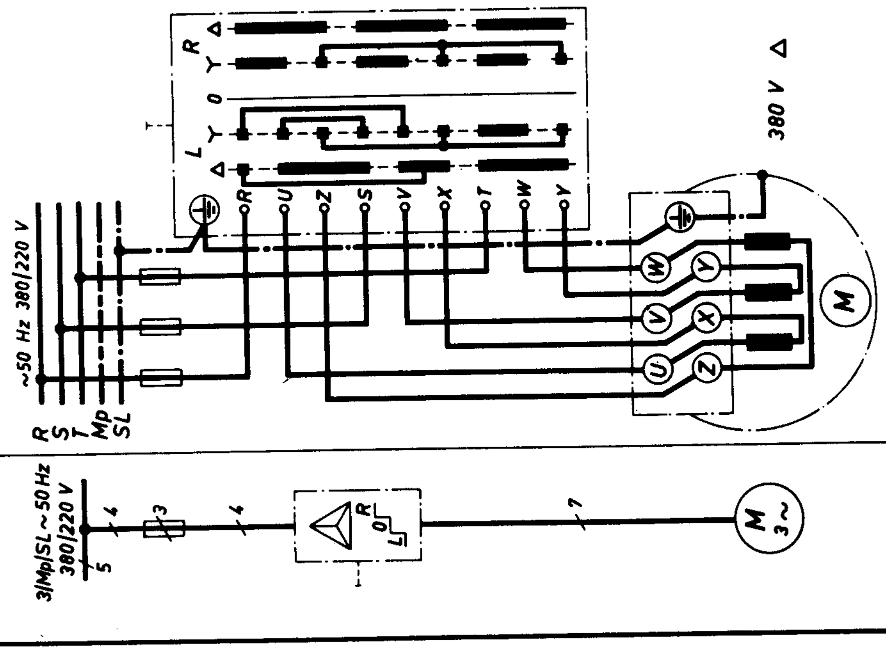


گردش بچپ

۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۴۰۸ – مدار برگردان ستاره‌ای و مثلثی



کلید انگشتی

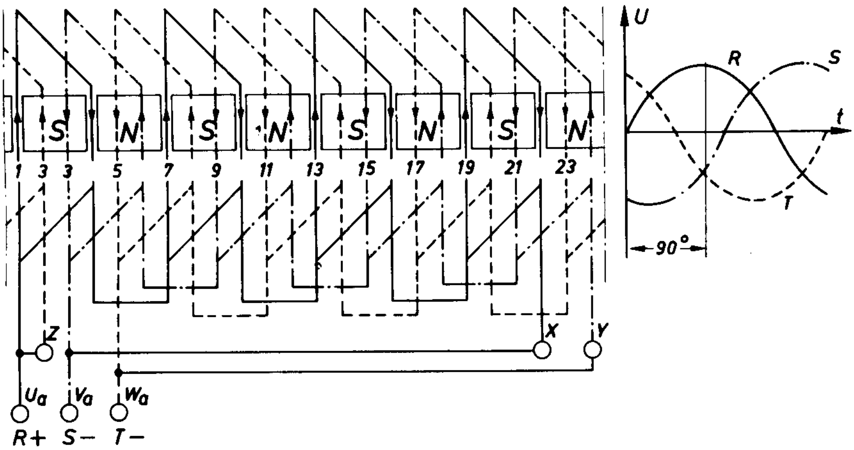


کلید غلطکی

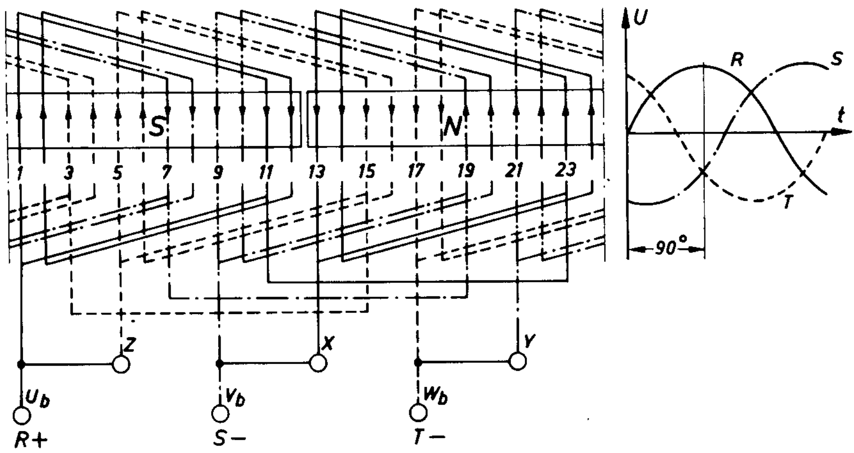
۱۰۵۰۸ – تغییر قطب (پیچش‌های مجزا) ، شکل‌های باز

نسبت دورهای موتور اگر مثل ۱:۲ نباشد ، فقط بوسیله پیچش‌های مجزا میتوان بآنها رسید .

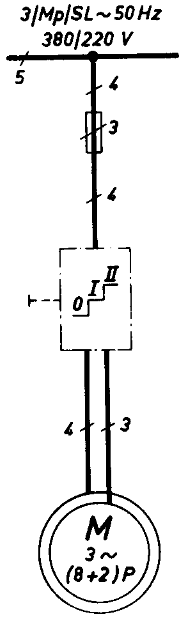
پیچش اول : ۴ جفت قطب = ۸ قطب



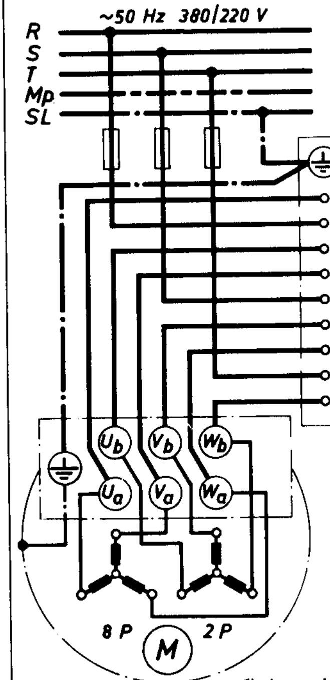
پیچش دوم : ۱ جفت قطب = ۲ قطب



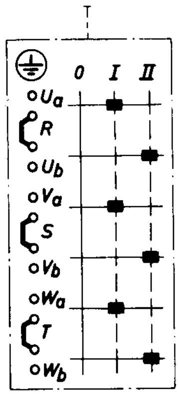
۲.۵.۸ ـ تغییر اتصال قطبها (پیچش‌های مجزا)، حالتهای اتصال و اتصال به شبکه برق



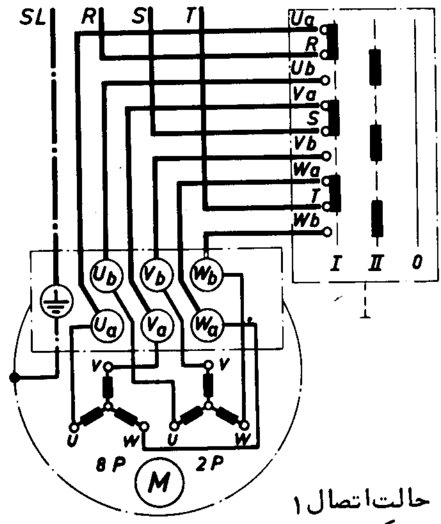
نقشه‌خلاصه



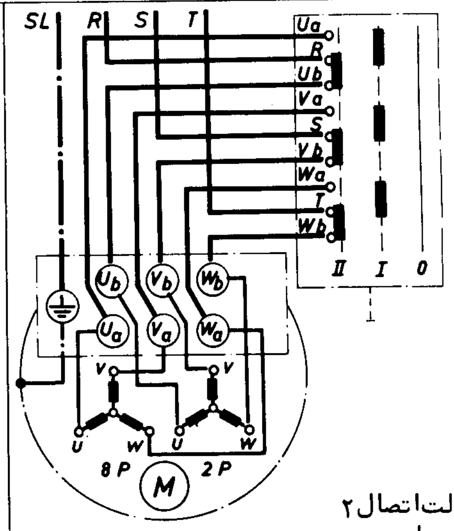
نقشه‌اتصال باکلید غلطکی



کلیدانگشتی



حالت‌اتصال ۱
دورکم

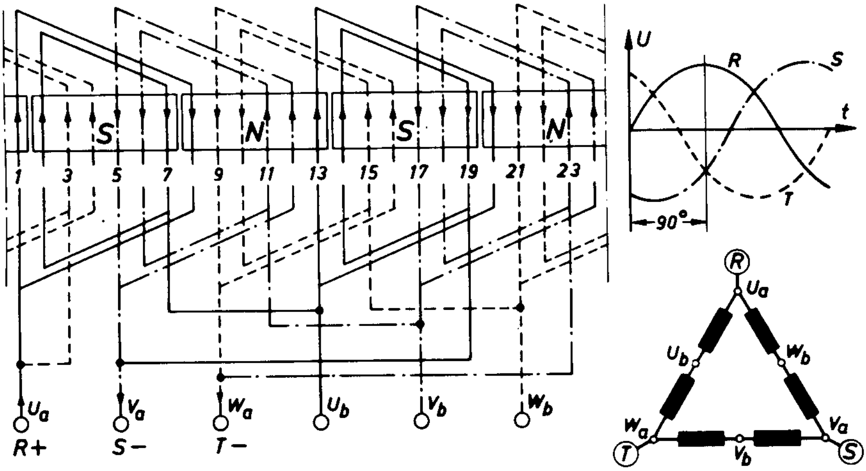


حالت‌اتصال ۲
دورزیاد

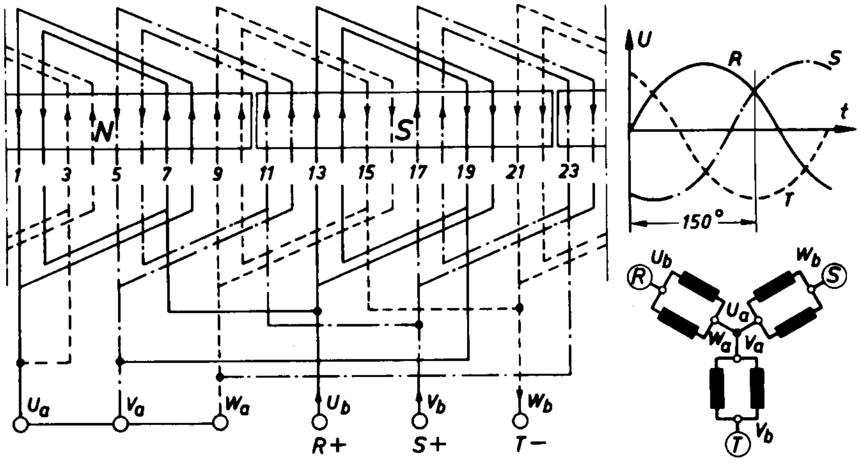
۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۸.۶.۱۰ – تغییر اتصال قطب‌ها (دالاندر)، شکل باز

دورهائی که به نسبت ۲:۱ می‌باشند می‌توانند با تغیر اتصال یک پیچش به‌وجود آیند. برای دور کمتر دو پیچش و یا گروهی از پیچش یک شاخه بصورت سری بسته میشوند و برای دور زیاد این پیچش‌ها موازی بسته می‌شوند.

دور کم = تعداد قطبها زیاد (۴قطب)

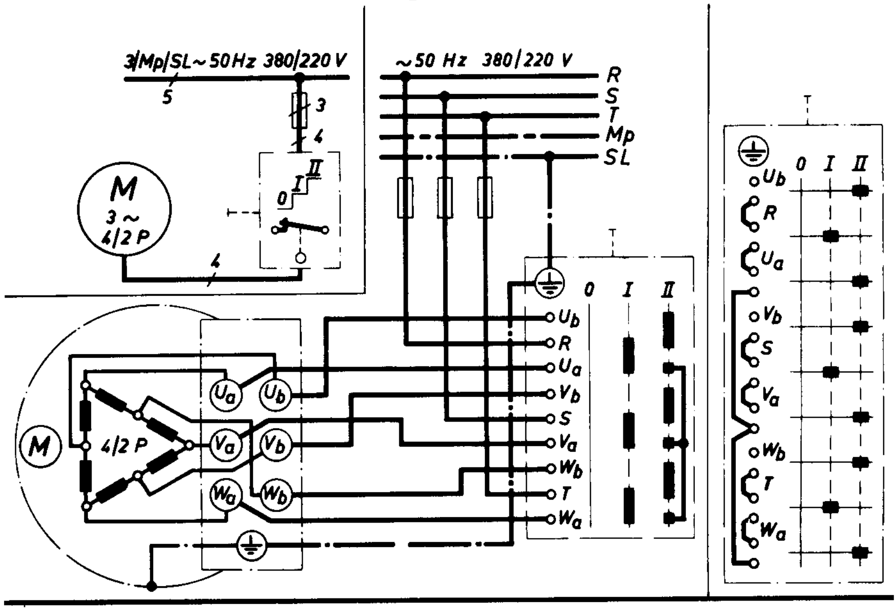


دور زیاد = تعداد قطب‌ها کم (۲قطب)

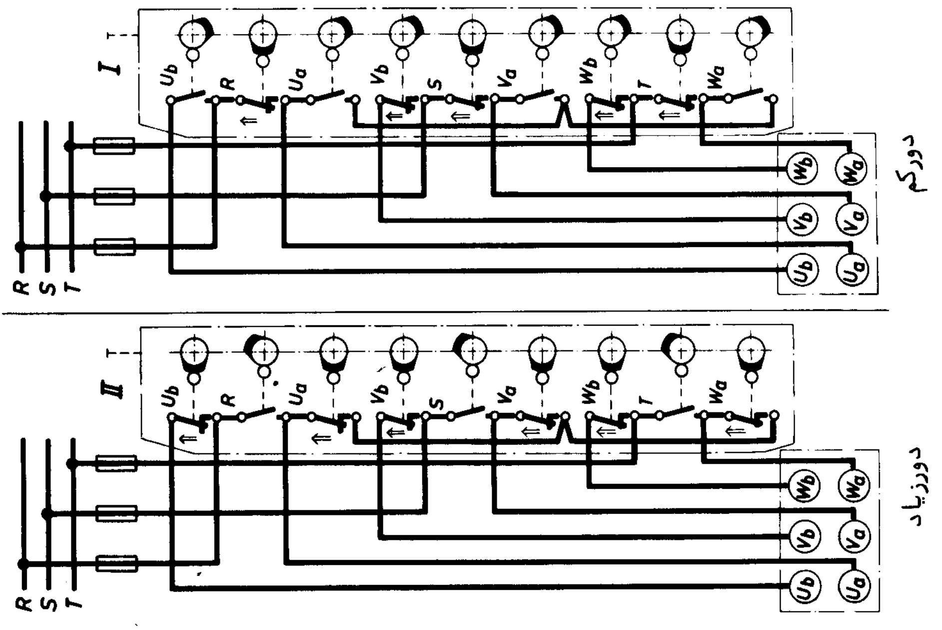


۸ ـ موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۸.۶.۲ ـ تغییر اتصال قطب‌ها (دالاندر)، حالت‌های اتصال و اتصال به برق شبکه

کلید غلطکی — نقشه اتصال با کلید انگشتی — نقشه خلاصه

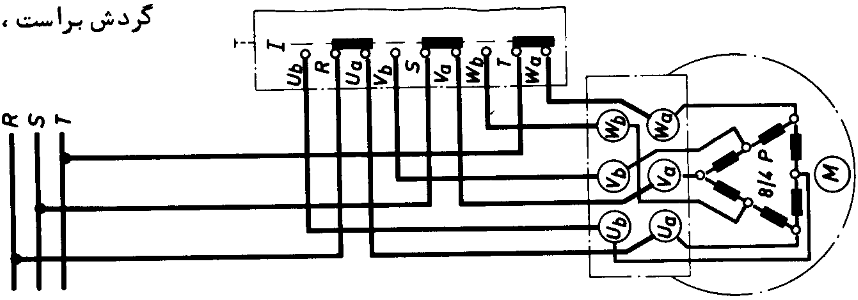


نمایش حالت‌های اتصال با کلید انگشتی

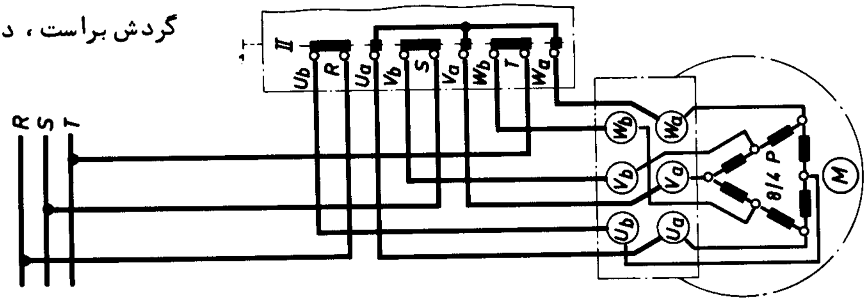


۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۷۰۸ – مدار برگردان دالاندر (حالت‌های اتصال)

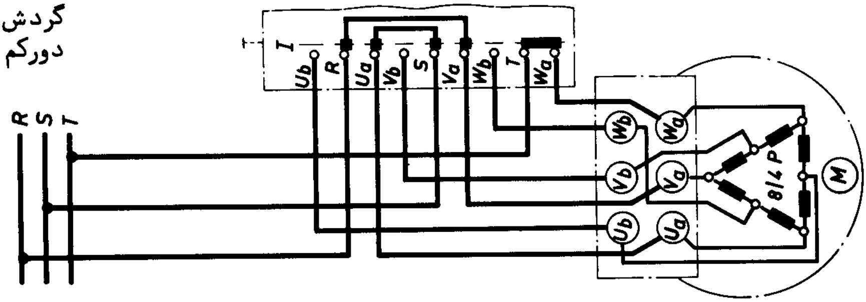
گردش براست ، دور کم



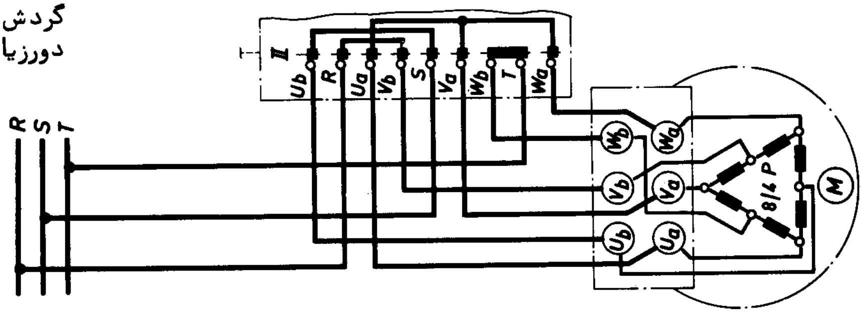
گردش براست ، دور زیاد



گردش بچپ ،
دورکم

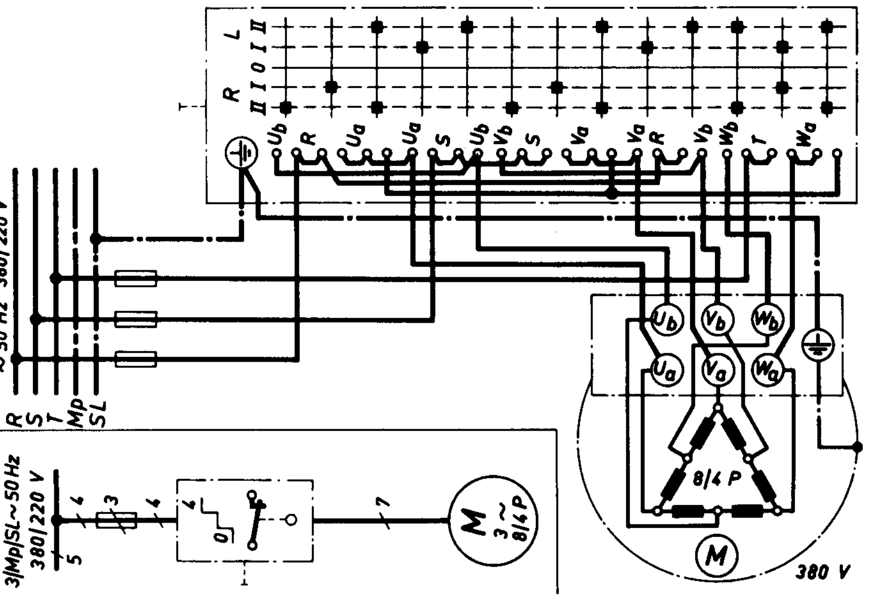


گردش بچپ ،
دورزیاد

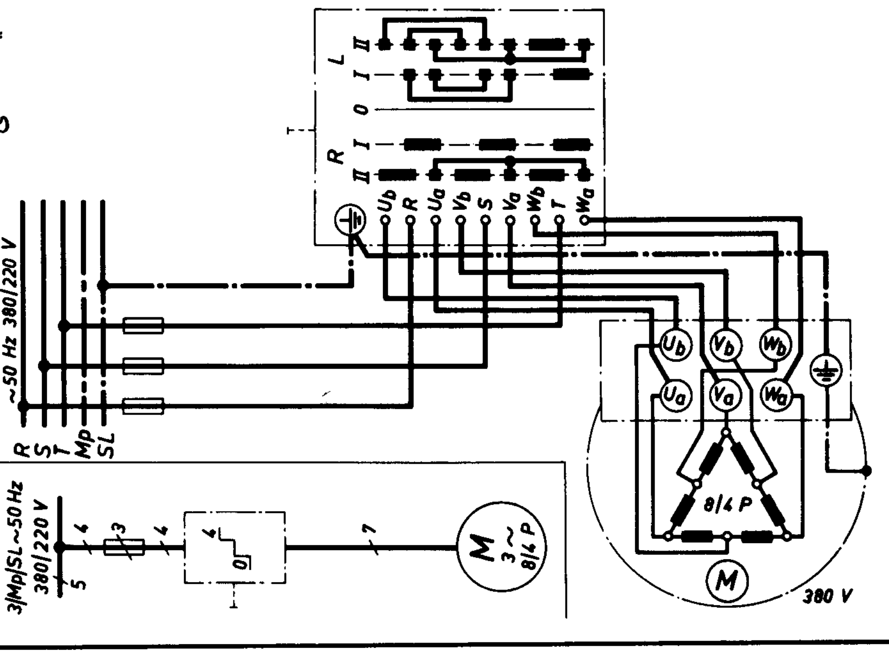


۸ــ موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۷۰۸ــ مدار برگردان دالاندر (حالت‌های اتصال)

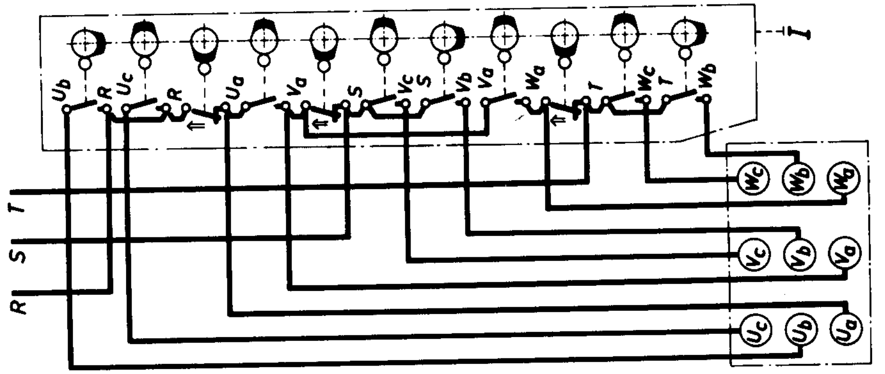
کلید انگشتی



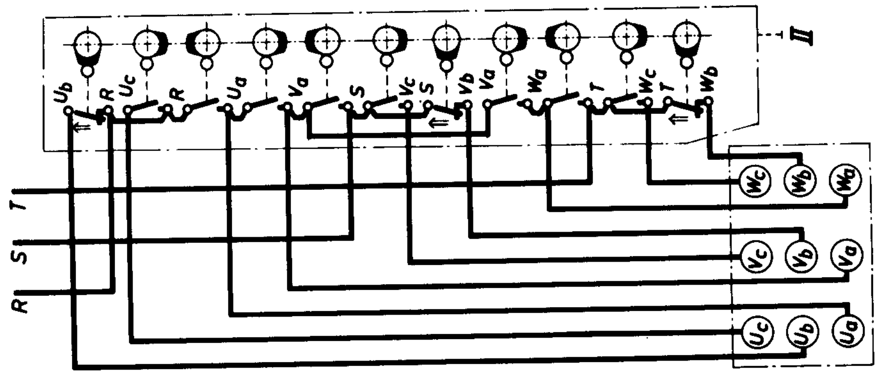
کلید غلطکی



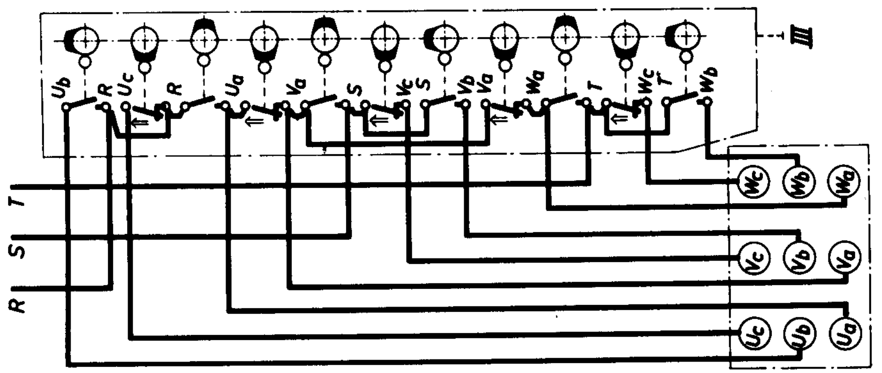
پیچش قابل تغیر قطب‌ها به‌صورت مثلثی ـ ۸ قطبی ، ۷۵۰ دور در دقیقه



دو پیچش به‌صورت ستاره ـ ۵ قطبی ، ۱۰۰۰ دور در دقیقه



پیچش قابل تغیر قطب‌ها به‌صورت ستاره‌ای ـ ۴ قطبی ، ۱۵۰۰ دور در دقیقه



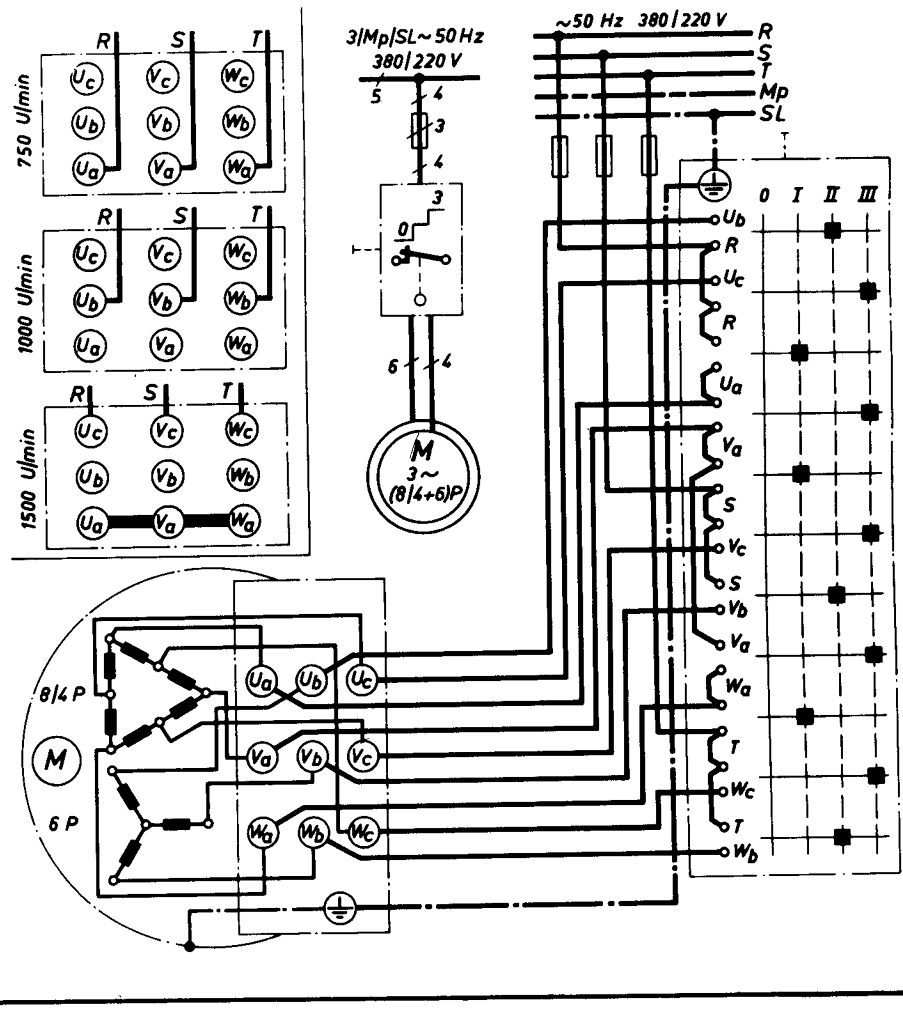
۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۸۰۸ – تغییر اتصال قطب‌ها (سه نوع دور موتور) ، اتصال به برق

با ترکیبی از مدار دالاندر و پیچش‌های مجزا می‌توان یک موتور را با سه دور مختلف ساخت.

مثال‌هائی از موتورهای موجود در بازار:

تعداد قطب‌ها:	12/8/4	12/6/4	8/6/4	8/4/2
تعداد دور:	500/750/1500	500/1000/1500	750/1000/1500	750/1500/3000

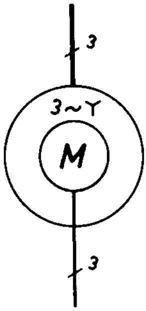
تابلوی مدارهای سرسیم‌ها — نقشه دید آسان — نقشه اتصال

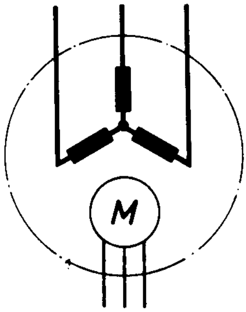


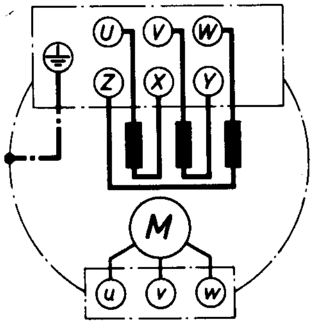
موتور با رتور سلیب‌رینگ سه شاخه‌ای

نقشه‌اتصال

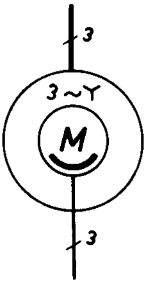
نقشه‌دیدآسان

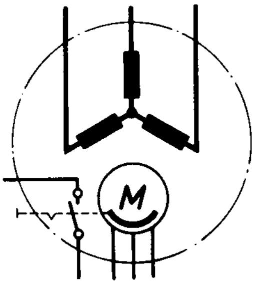


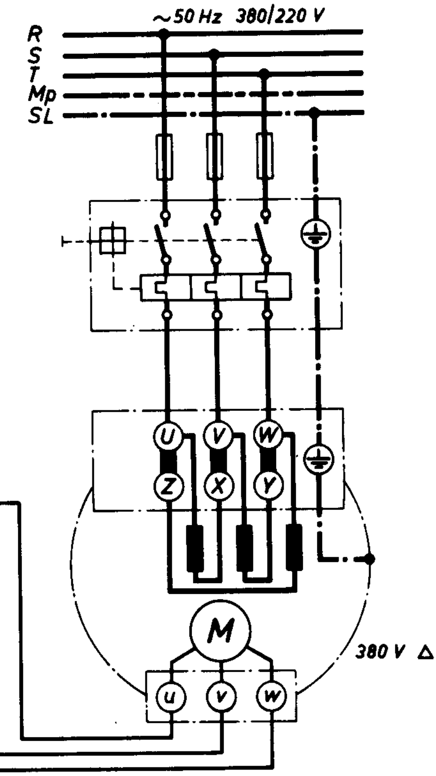


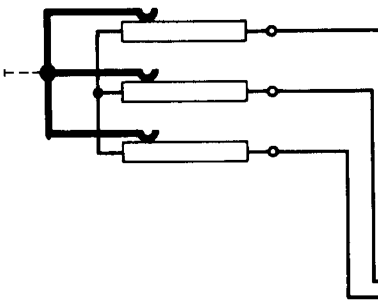


رتور سلیب رینگ با اتصال کوتاه کننده و بلند کننده ذغال‌ها به‌کمک دست و کلید کمکی.



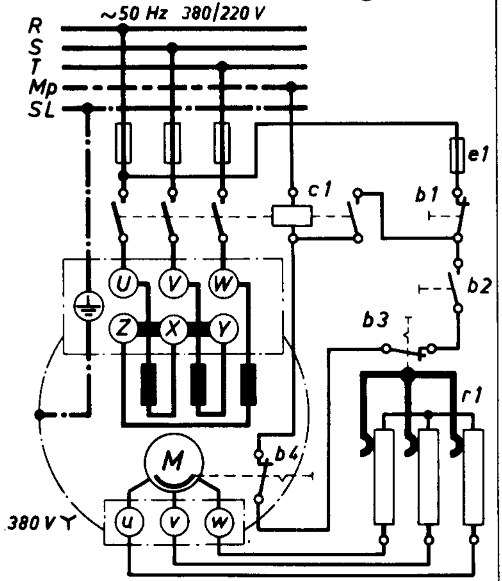




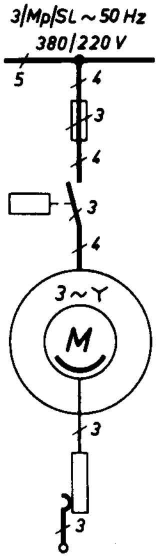


۲۰۹۰۸ ـ موتور با روتور سلیب رینگ (حفاظت ، کلید غلطکی)

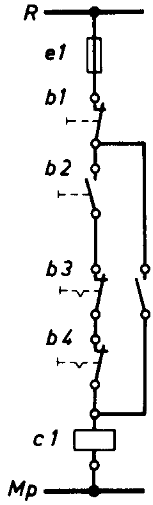
نقشه‌اتصال



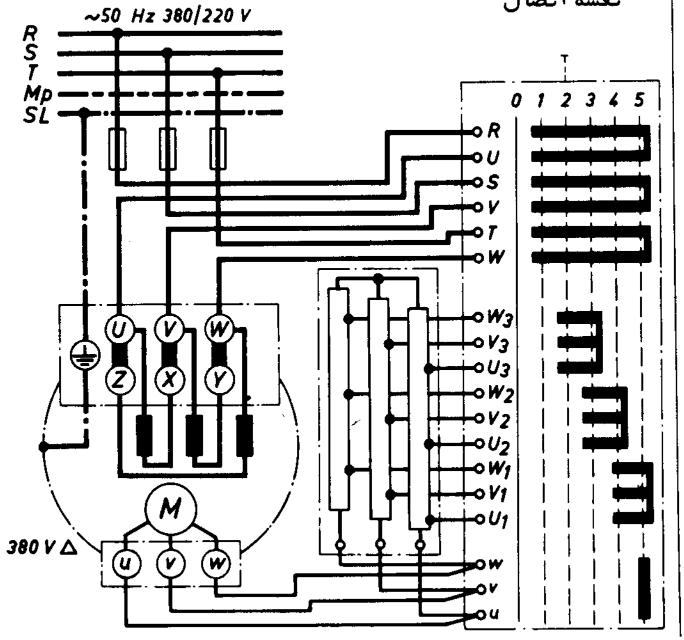
نقشه خلاصه



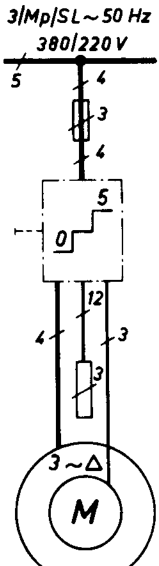
نقشه‌مسیرجریان برای‌فرمان



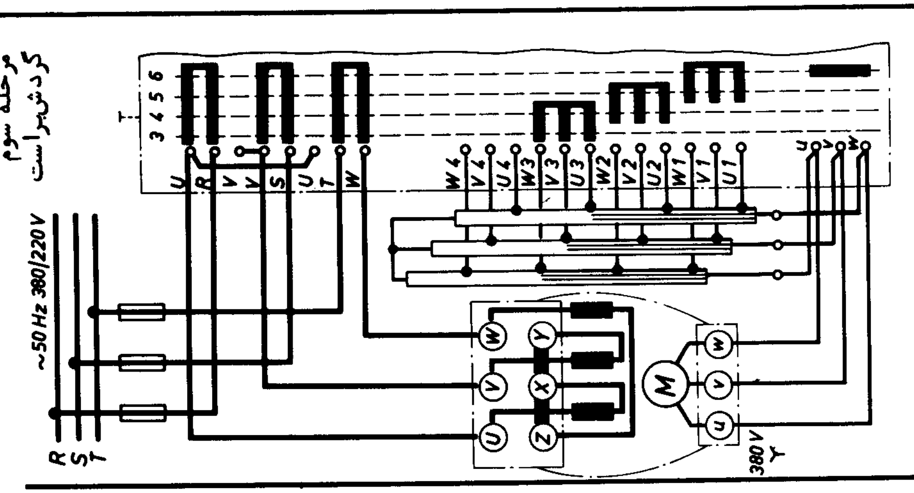
نقشه اتصال

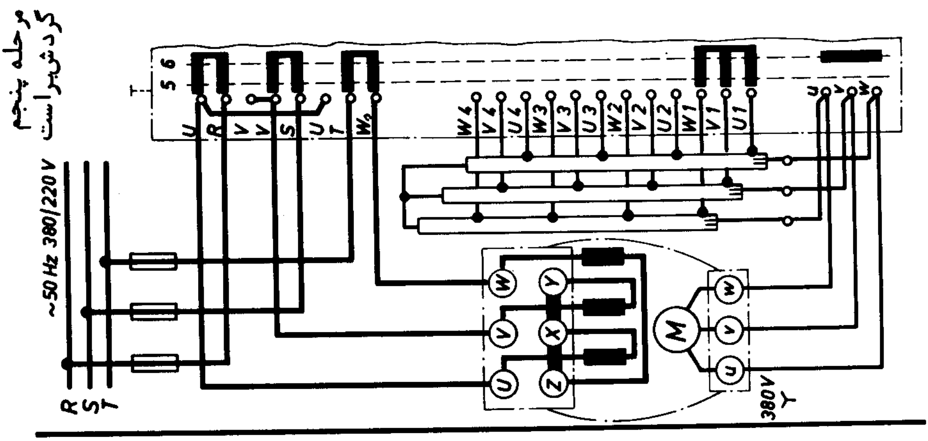


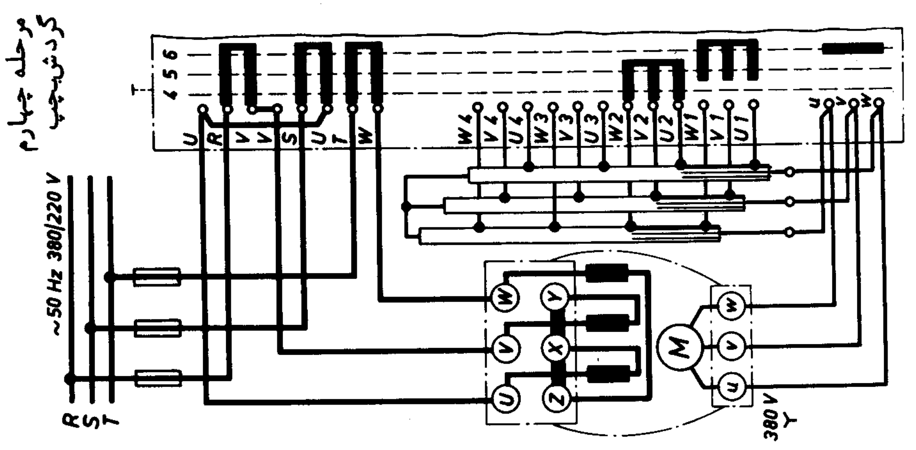
نقشه خلاصه



۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۱۵۰۸ – موتور باروتور سلیب‌رینگ (مدار برگردان باکلید غلطکی)، حالتهای اتصال





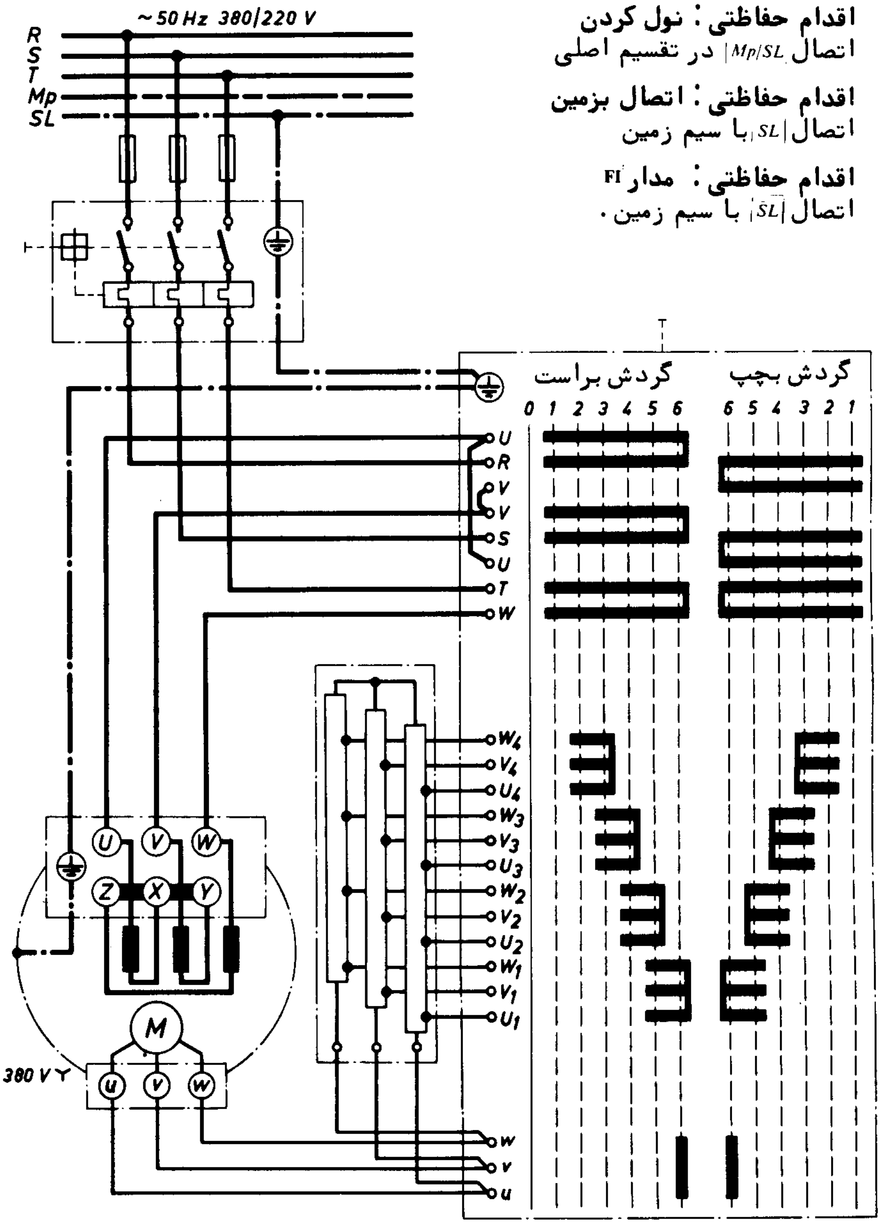


۸ ــ موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۱۰۸ ــ موتور با روتور سلیب رینگ (مدار برگردان با کلید غلطکی)

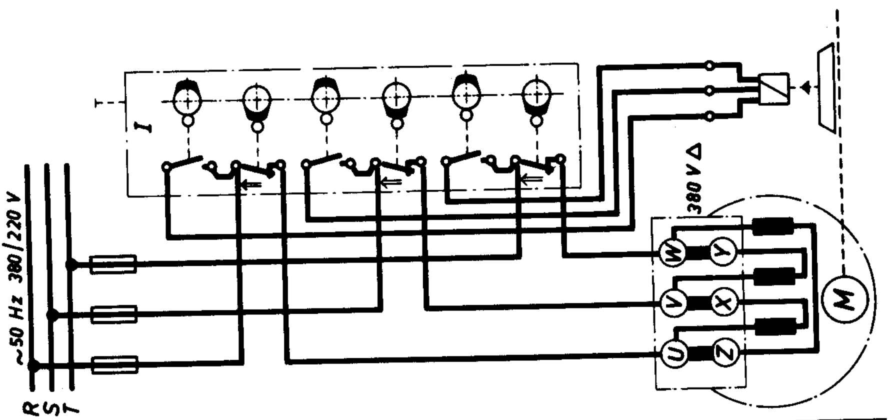
اقدام حفاظتی: نول کردن
اتصال Mp/SL در تقسیم اصلی

اقدام حفاظتی: اتصال بزمین
اتصال SL با سیم زمین

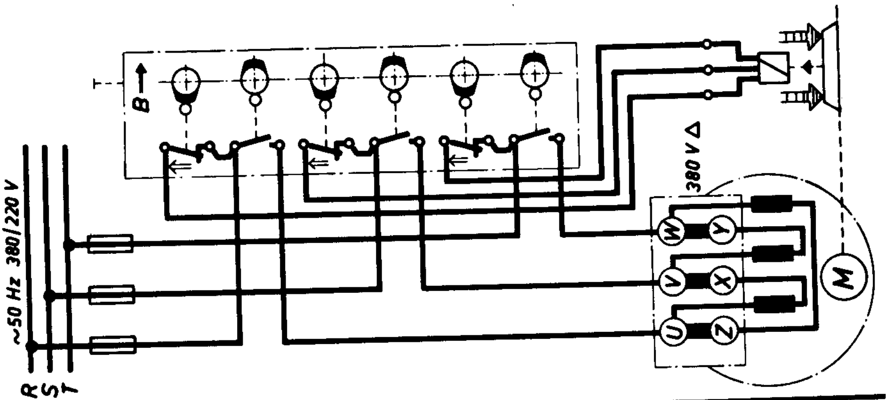
اقدام حفاظتی: مدار FI
اتصال SL با سیم زمین.



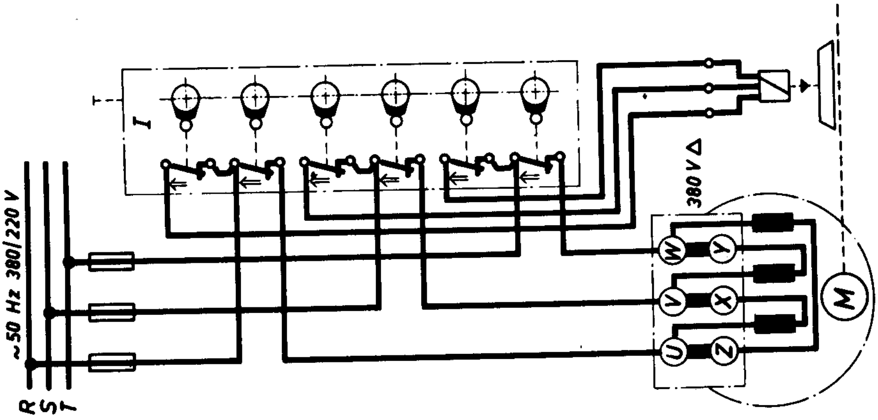
۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۱۰۱۱۰۸ – ترمزهای الکترومکانیکی (حالت‌های اتصال)



حالت اتصال "روشن"



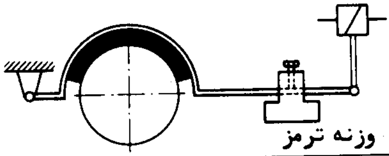
حالت اتصال "ترمز"



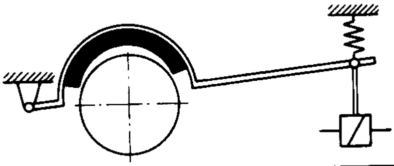
حالت اتصال هواکش ترمز "روشن"

۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۱۱۰۸ – ترمزهای الکترومکانیکی

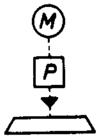
رهاکننده ترمز به‌وسیله نیروی الکترومغناطیسی
هواکش ترمز (اساس)



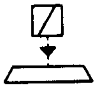
ترمز الکترومغناطیسی (اساس)



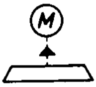
علائم اتصال:



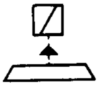
رهاکننده ترمز با نیروی الکتروموتوری و قسمت میانی



رهاکننده ترمز با نیروی الکترومغناطیسی

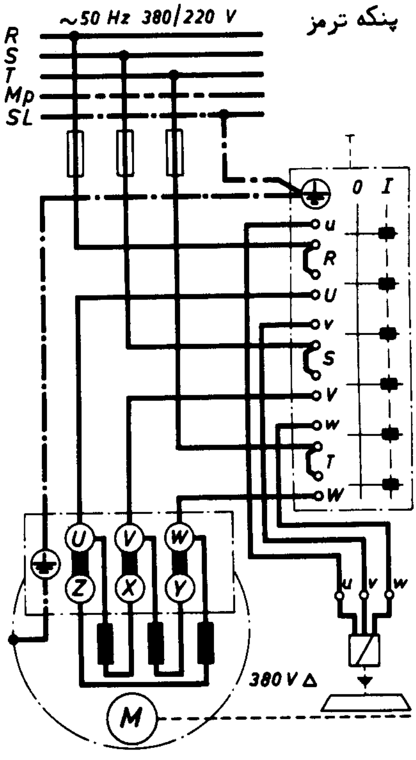


ترمز با نیروی الکتروموتور

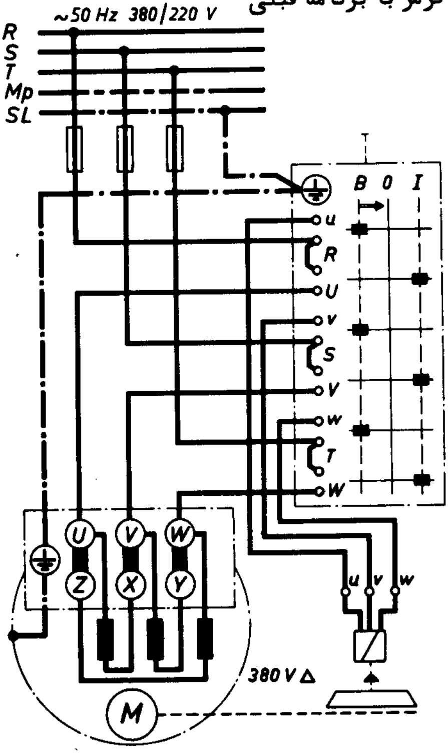


ترمز با نیروی الکترومغناطیسی

پنکه ترمز

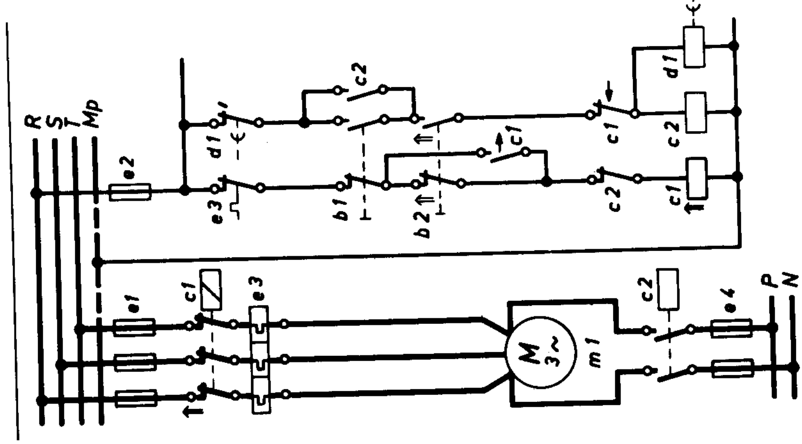


ترمز با برنامه قبلی

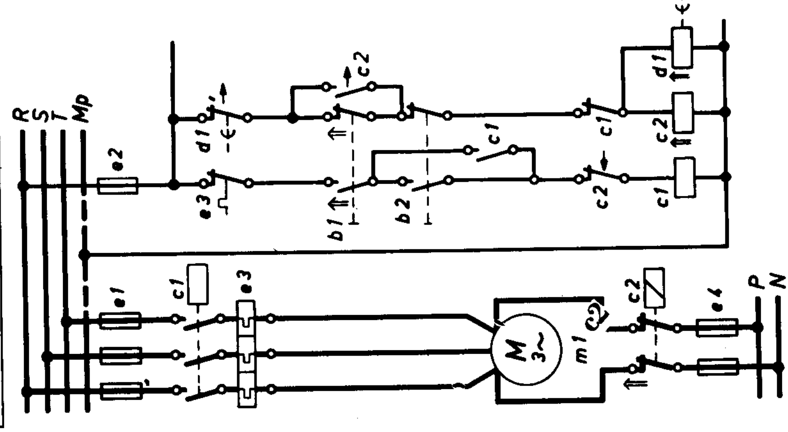


۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز

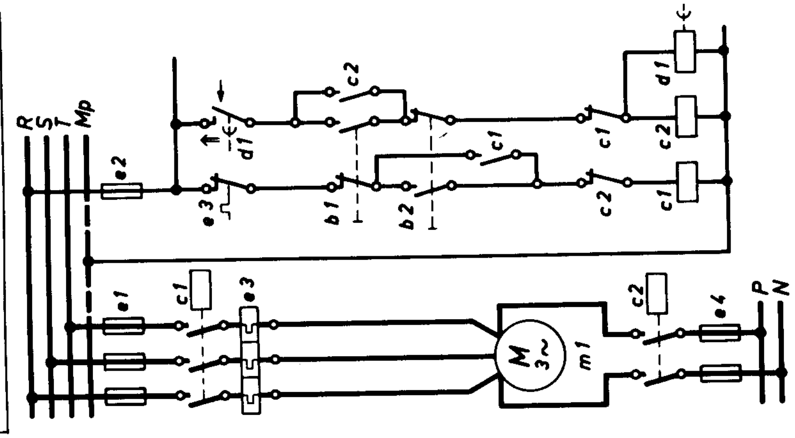
۱۰۱۲۰۸ – ترمز با جریان مستقیم با حافظ (حالت‌های اتصال)



روشن کردن :
با فشار دادن کلید b2 حافظ شبکه برق روشن میشود .



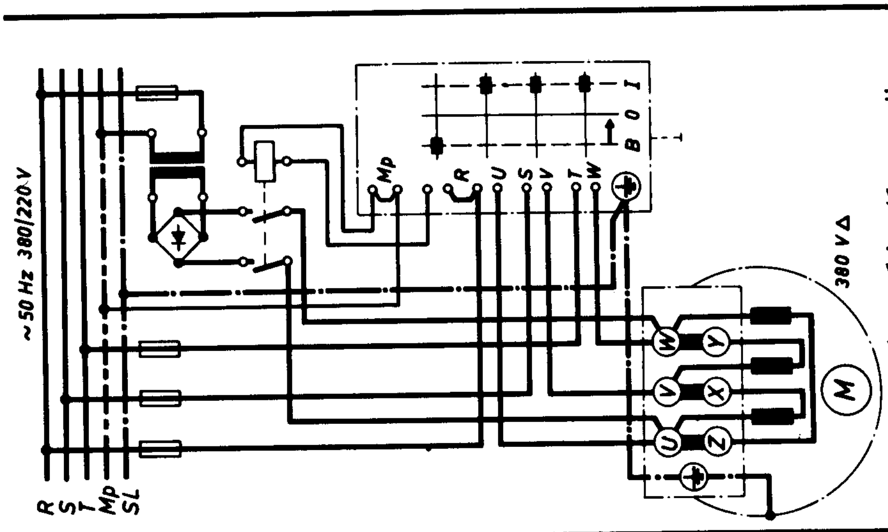
خاموش کردن :
با فشار دادن تکمه b1 ، c1 خاموش می شود و حافظ ترمز c2 روشن میگردد



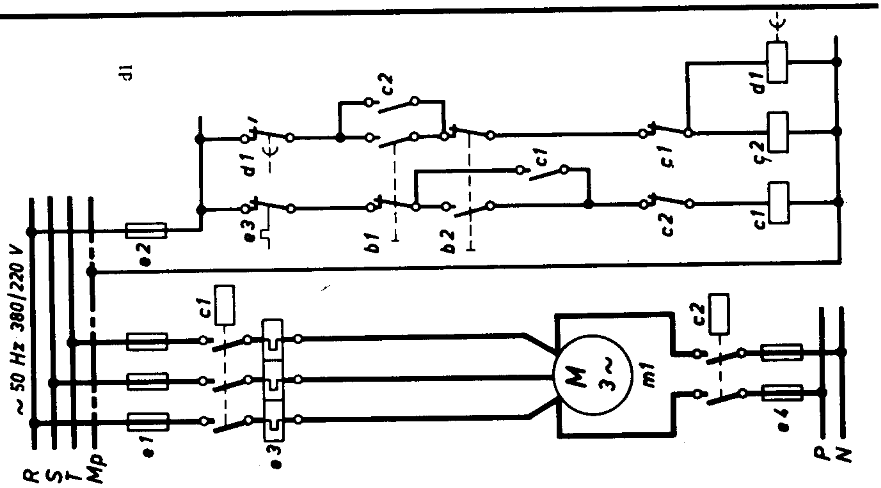
بعد از طی زمان تاخیری رله زمانی d1 حافظ ترمز c2 خاموش میشود

۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۱۲۰۸ – ترمز با جریان مستقیم

در موقع ترمز پیچش‌های استاتور به جریان مستقیم وصل میشوند. تا زمانی که رتور میچرخد، داخل پیچش آن یک جریان القائي ترمز کننده برقرار است. با کم و زیاد کردن جریان مستقیم می‌توان قدرت ترمز را کم و زیاد کرد.



در حالت ترمز کلید انگشتی مانند کلید فشاری عمل می‌کند.

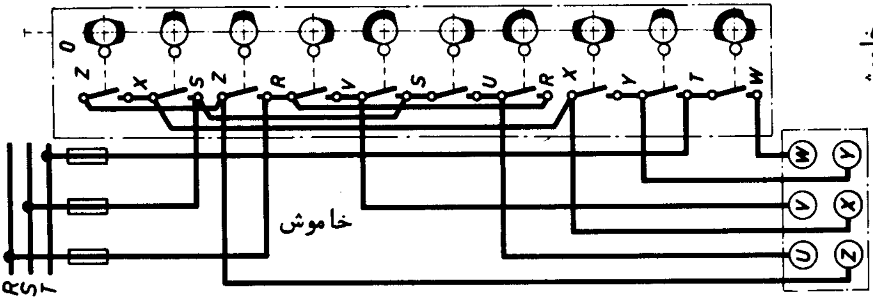


رله زمانی d1 زمان ترمز را تعیین میکند

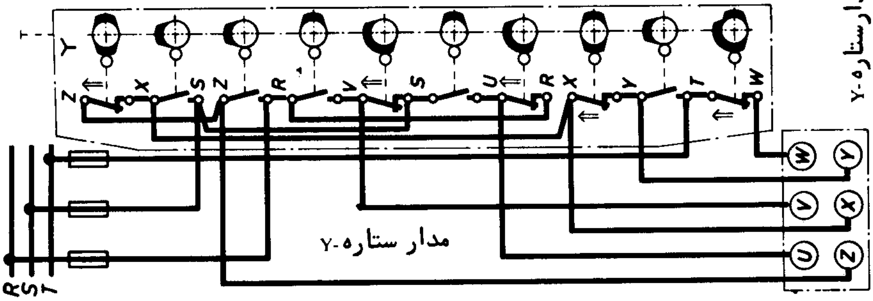
۸ــ موتورهای جریان متناوب سه‌فاز

۱۰۱۳۰۸ ــ ترمز ضد جریان (حالت‌های اتصال یک مدار ترمز ستاره/مثلث)

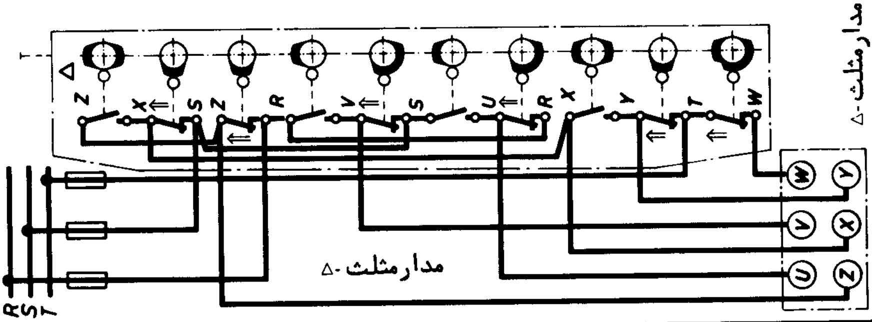
خاموش



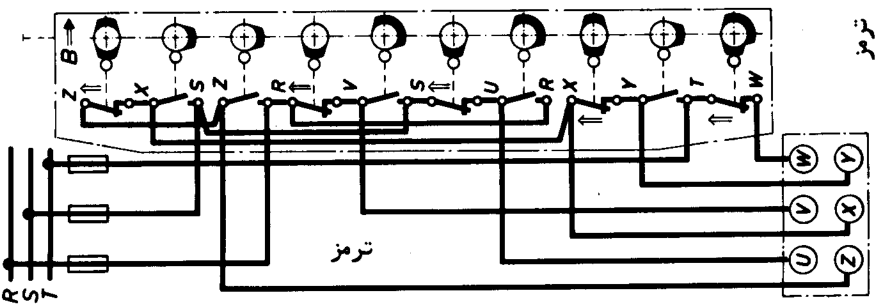
مدار ستاره-Y



مدار مثلث-Δ

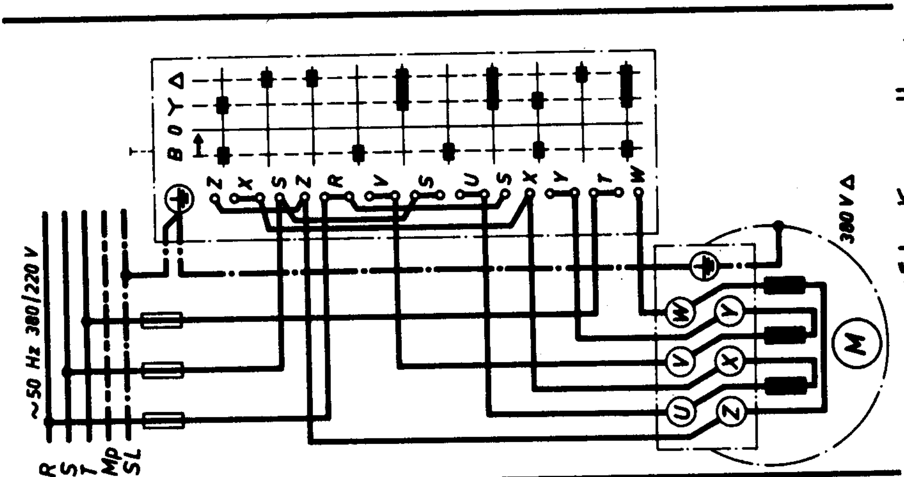


ترمز

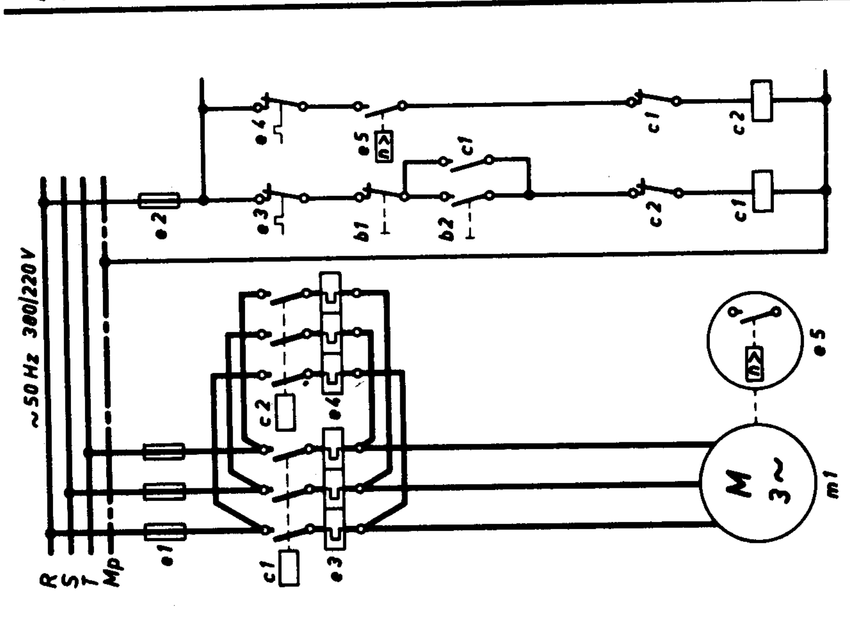


۸ – موتورهای جریان متناوب سه‌فاز
۲۰۱۲۰۸ – ترمز ضد جریان

اگر موتور را موقع خاموش کردن به دور معکوس وصل کنیم ، رتور سریعا می‌ایستد . اگر این کار با دست انجام شود می‌توان حتی موتور را در جهت معکوس دوباره دورش را زیاد کرد . بکمک یک فرمان و ترمز حفاظتی میتوان از انجام این‌کار – یعنی دوباره دور برداشتن موتور درجهت معکوس در عوض ترمز کردن – جلوگیری به عمل آورد . وقتی موتور ایستاد ، این ترمز دو باره آزاد می‌شود .



در حالت ترمز کلید انگشتی مانند کلید تکمه‌ای عمل میکند

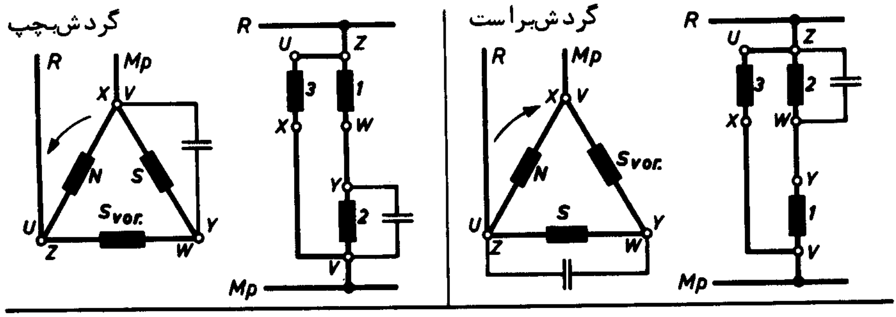


فرمان و ترمز حفاظتی

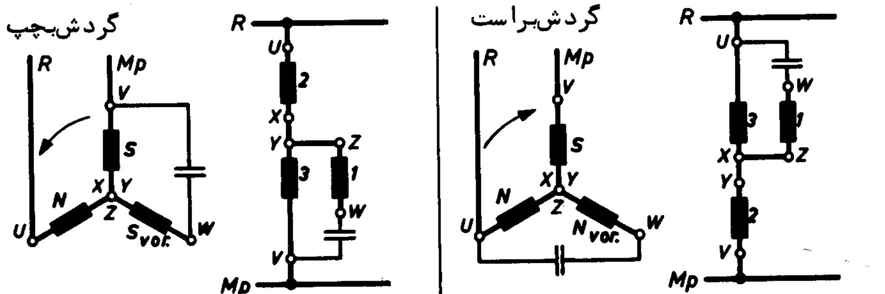
۹ ــ موتورهای جریان متناوب یک‌فاز
۱.۱.۹ موتور سه‌فاز با برق یک‌فاز

با برق یک فاز می‌توان موتور سه‌فازی را که در شاخه‌های پیچش استاتور آن بتوان اختلاف فاز لازم را به‌وجود آورد، بکار انداخت. این عمل هم با کمک یک خازن معمولی انجام می‌شود. درپیچش شاخه‌ای که یک خازن بآن سری بسته شده است شدت جریان فازش جلو است. جهت چرخش بسته به شاخه‌ایست که خازن به آن متصل است.

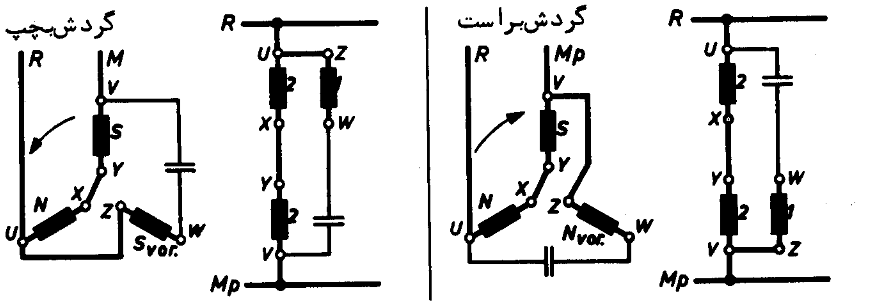
۱ ــ مدار مثلثی



۲ ــ مدار ستاره‌ای



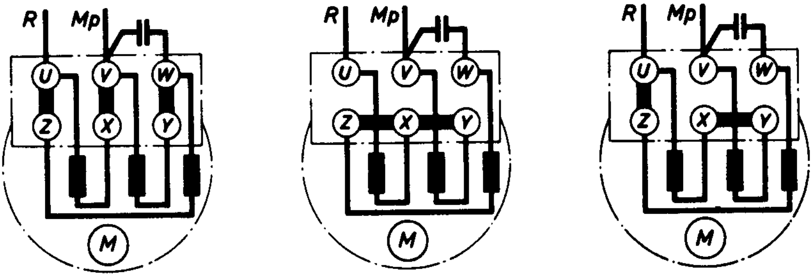
۳ ــ مدار فاز کمکی پروفسور اوت



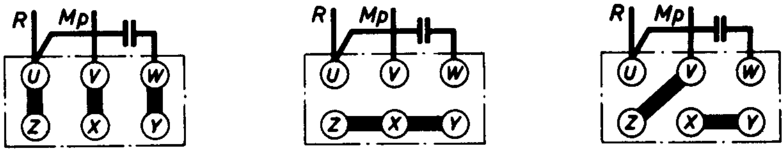
۹ – موتورهای جریان متناوب یک‌فاز
۲۰۱۰۹ – موتور سه‌فاز با برق یک‌فاز

برای هر کیلووات توان موتور ۲۵۰ میکروفاراد باولتاژ شبکه ۱۰۰ ولت و ۷۰ میکروفاراد باولتاژ شبکه ۲۰۰ ولت و ۲۲ میکروفاراد با ولتاژ شبکه ۳۸۰ ولت انتخاب می‌شود. دراین حالت توان موتور با برق یک فاز ۸۰٪ توان آن با برق سه فاز است و بسته بتعداد قطب‌ها ممان کششی آن از ۲۵٪ تا ۶۰٪ است.

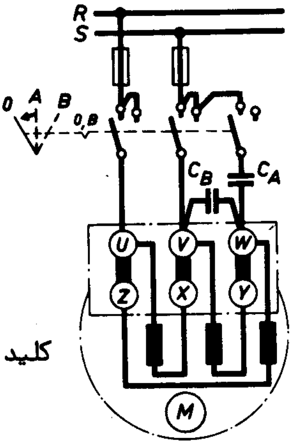
گردش به‌راست



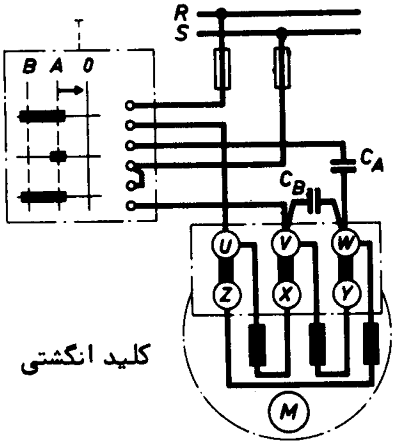
گردش بچپ



با اضافه کردن یک خازن دیگر که ظرفیت آن دوبرابر خازن روی موتور است میتوان ممان اولیه را بطور محسوسی زیاد کرد. این خازن را ولی بعد از چند لحظه که موتور دور برداشت باید دوباره از مدار خارج کرد چون در غیر این‌صورت موتور داغ می‌کند.



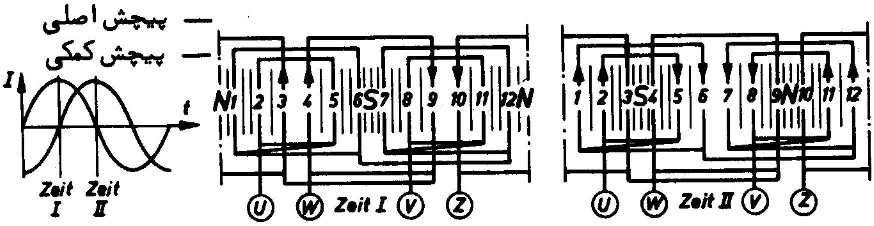
کلید اهرمی



کلید انگشتی

۹ – موتورهای جریان متناوب یک‌فاز
۱۰۲۰۹ – موتور با پیچش کمکی

در استاتور دو بوبین در مقابل هم قرار دارند. برای به وجود آوردن میدان چرخشی، باید جریان در بوبین کمکی با جریان در پیچش‌های اصلی با هم اختلاف فاز داشته باشند.

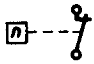


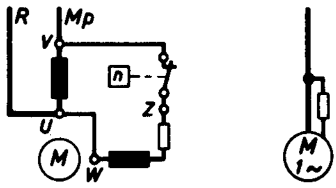
اختلاف فاز لازم را با اقدامات زیر بدست می‌آورند:

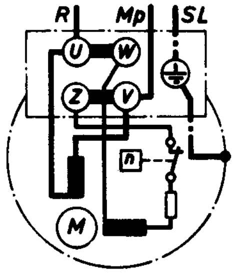
۱. بستن سری یک خازه با بوبین کمکی
۲. بستن سری یک مقاومت اهمی با پیچش کمکی
۳. پیچش کمکی و آنداکتیو بهم ارتباط داشته باشند.

پیچش کمکی را می‌توان پس از دور برداشتن موتور به‌طریق زیر از مدار خارج کرد:

۱ – به‌وسیله رله زمانی

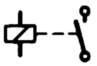


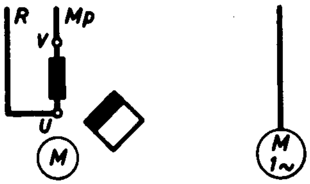


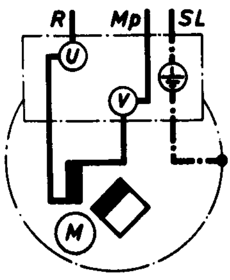


موتور با پیچش مقاومتی
مقاومت در خود پیچش می‌باشد چون قسمتی از این سیم پیچ را "بیفیلار" بسته‌اند.
ممان کششی برای:
p = ۱ %۷۰ تا %۱۰۰ ممان اسمی
p = ۲ %۱۰۰ تا %۱۶۰ ممان اسمی

۲ – به‌وسیله کلید گریز از مرکز



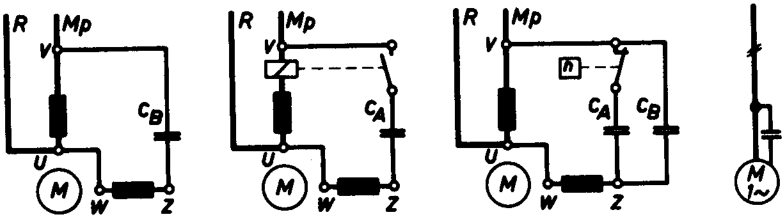




موتور با ارتباط آنداکتیو پیچش کمکی
مثلا موتور قطب‌های شیاری
معمولا با ۲ تا ۲۵۰ وات قدرت ساخته شده‌اند
ممان کششی و راندمان نسبتا بد.

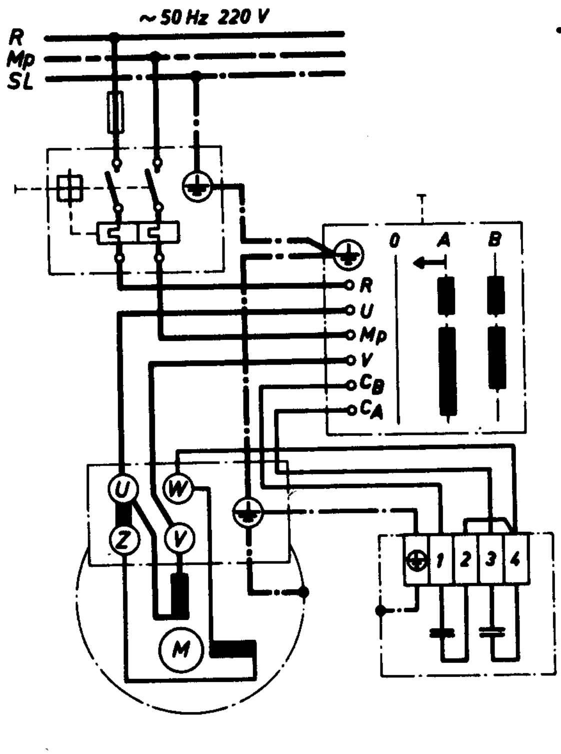
۹ – موتورهای جریان متناوب یک‌فاز
۲۰۲۰۹ – موتور با پیچش کمکی

اگربرای هر PS توان اسمی یک‌خازن بظرفیت ۱ کیلو var انتخاب شود ، درنتیجه ممان کششی باندازه ۷۰٪ ممان اصلی موتور خواهیم داشت . با اضافه کردن یک خازن با توان ۲ تا ۳ برابر اولی می‌توان ممان کششی را تا ۲۰۰٪ ممان اصلی موتور اضافه کرد .

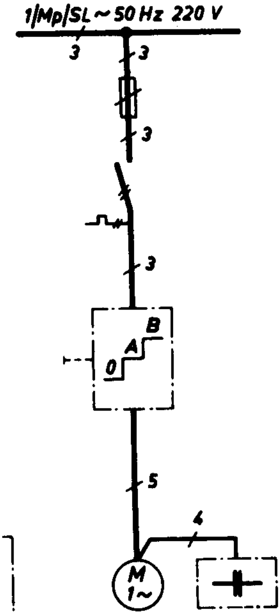


خازن اصلی — خازن کمکی برای استارت و رله جریانی — خازن اصلی و کمکی کلید گریز از مرکز

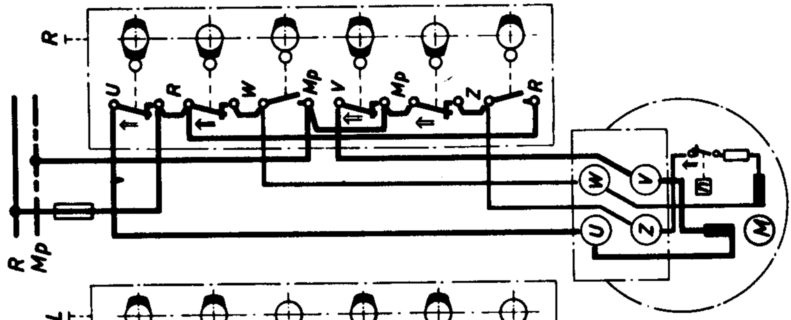
نقشه اتصال



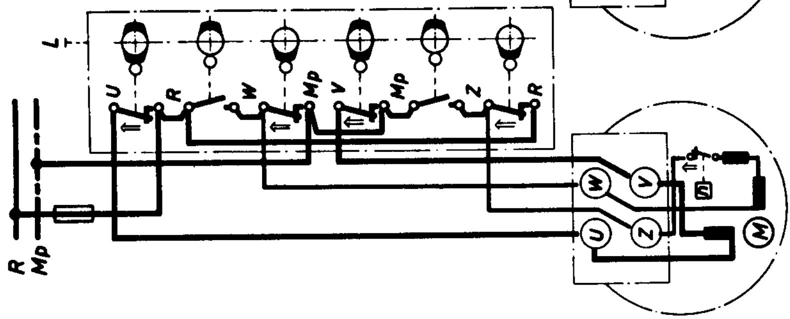
نقشه نصب



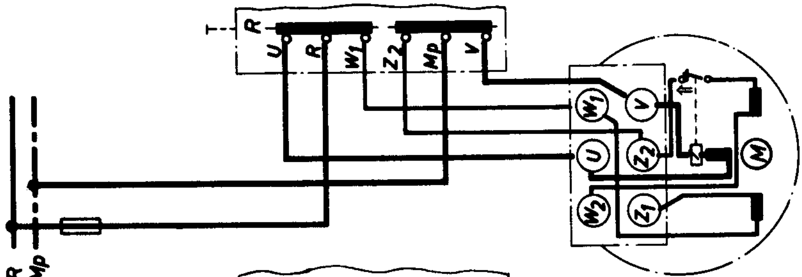
۹ – موتورهای جریان متناوب یک‌فاز
۱۰۳۰۹ – مدارهای برگردان (حالت‌های اتصال)



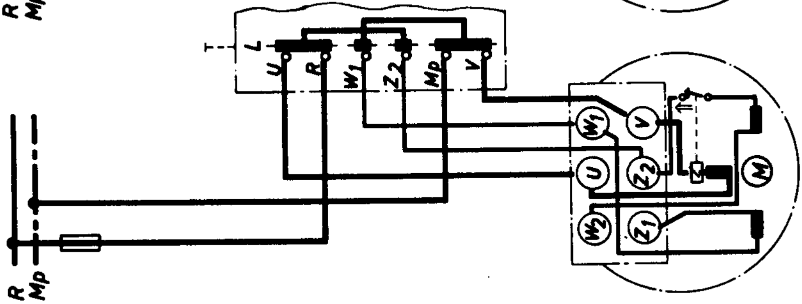
شروع گردش براست



شروع گردش بچپ



شروع گردش براست

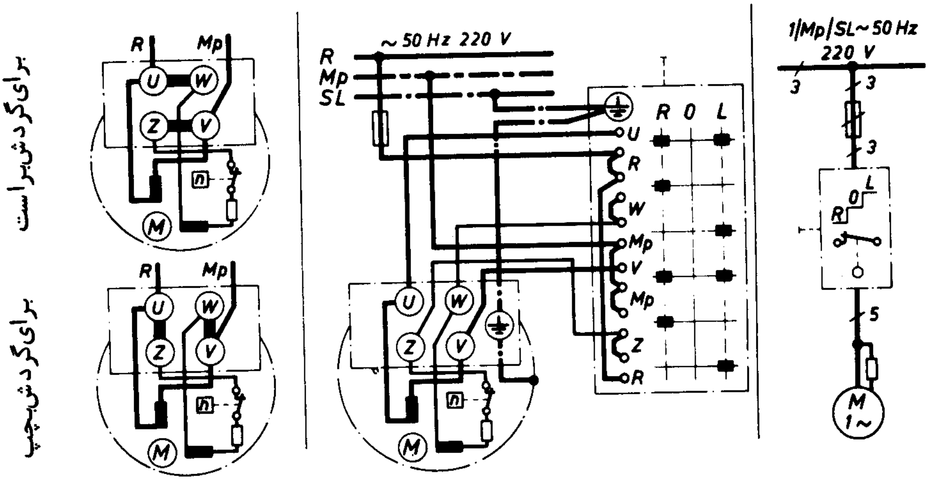


شروع گردش بچپ

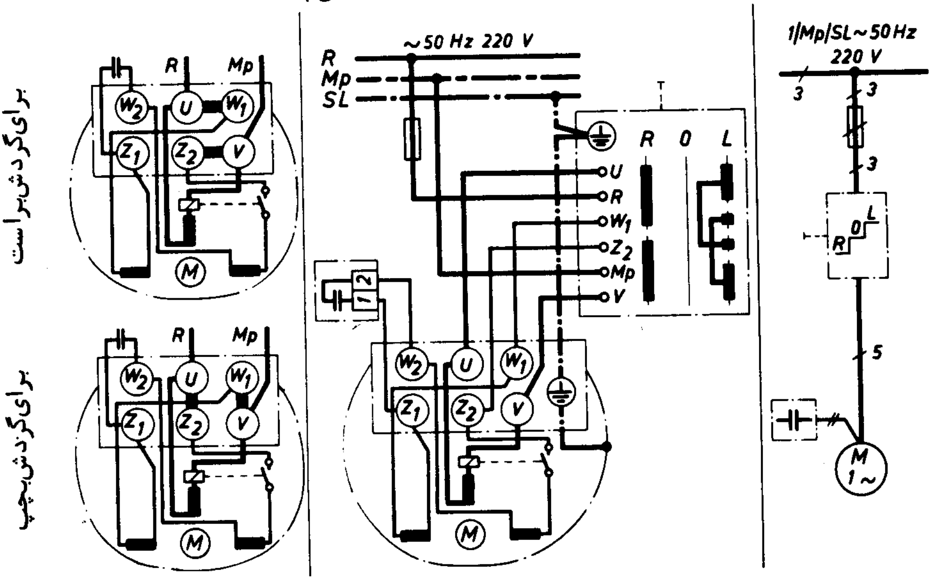
۹ – موتورهای جریان متناوب یک‌فاز
۲۰۳۰۹ – مدارهای برگردان

برای بر گرداندن جهت چرخش موتور معمولا قطب‌های شاخه کمکی را عوض می‌کنند . اگر سیم های ورودی برق را عوض کنیم تاثیری در جهت گردش نخواهد داشت . بهمین علت در موتور های با ارتباط آنداکتیو نمی‌توان جهت گردششان را عوض کرد .

مدار برگردان یک موتور با پیچش کمکی مقاومتی (کلید انگشتی)



مدار برگردان یک موتور با پیچش کمکی و خازن (کلید غلطکی)



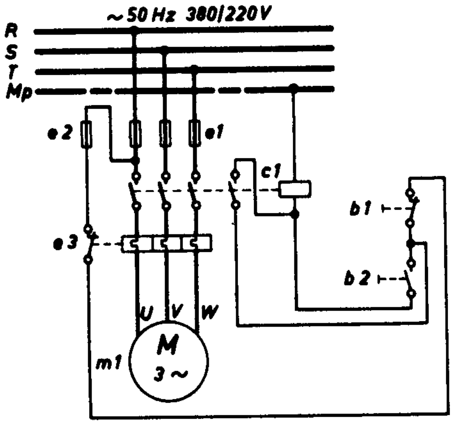
۱۰ ــ مدارهای حفاظتی
۱۰۱۰۱۵ ــ انواع نمایش مدارها

نقشه مدار موثر برای کل مدار

قسمتهای مختلف هر دستگاه با رابطه آنها بهم رسم می‌شوند.

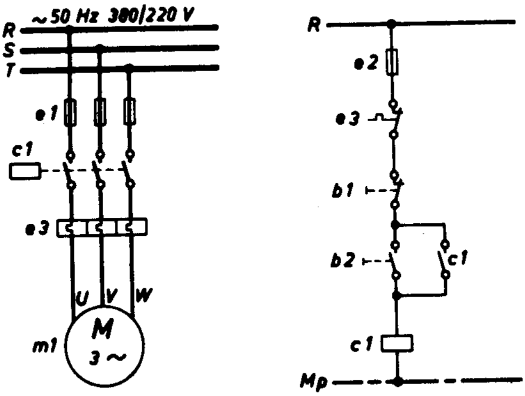
نقشه مسیر جریان

۱ نقشه مدار
نمایش مدارن بدون سیم‌های کمکی. فقط قسمت‌های مهم دستگاه رسم شده است.



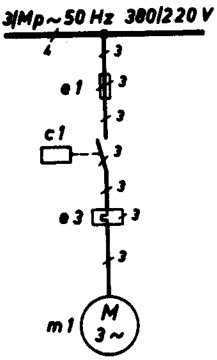
۲ مدار فرمان

مسیری‌که جریان از آن می‌گذرد رسم می‌شود. مسیر جریان معمولا با خطوط راست و بدون تقاطع رسم می‌گردند.



نقشه اختصاری (دید آسان)

در این نوع نقشه‌ها معمولا یک سیم به‌جای سیم رفت و برگشت رسم می‌شود.



۱ علامت گذاری کلی

در نقشه مسیر جریان معمولا جهت جریان را از چپ براست شماره گذاری می‌کنند.

۲ اندازه‌های فنی دستگاه‌ها

۱۰۲ ماشین‌ها، مبدل‌ها، دستگاه‌ها.
ولتاژ، شدت جریان، توان، مقادیر قابل تنظیم، نوع حفاظت بر طبق دین ۴۰۰۵۰ و و غیره.

۲۰۲ سیم‌ها و کابل‌ها
نوع شدت جریان، تواتر یا فرکانس، ولتاژ، مثلا ۳ ــ ۵۰ هرتس ۱۰ کیلو ولت.
مشخص کردن سیم‌های k، S، T یا N و P با قطر سیم و تعداد رشته‌ها.

حروف مشخص کننده دستگاه‌ها بر طبق دین ۴۰۷۱۹

نوع دستگاه‌ها	حروف تشخیص	مثال‌ها
کلید	a	جداکننده، باز، کلیدموتور، کلیدتوانی‌وغیره
کلیدکمکی	b	کلیدهای فرمان، هدایت، فشاری، غلطکی‌وغیره
حافظ	c	حافظ توانی
حافظ کمی	d	حافظ کمکی
دستگاه‌های‌حفاظتی	e	فیوزها، رهاکننده‌های‌همراه‌بااندازه‌گیری، رله‌هاحفاظتی
مبدل‌اندازه‌گیری	f	مبدل‌اندازه‌گیری، مقاومتهای‌فرعی، وغیره
دستگاه‌های‌اندازه‌گیری	g	دستگاه‌اندازه‌گیری‌ولتاژجریان، توان، ضریب‌وغیره
اعلام سمعی‌وبصری	h	اعلام‌کننده‌عقربه‌ای، لامپی، کنتورها، زنگ‌وبوق
خازن‌وبوبین‌محدودکننده	k	تمام‌خازنها، راکتانسها، پیچشهای‌صاف‌کننده
ماشینها، ترانسفورموتورها	m	ژنراتور، موتور، ترانسفورموتورودیگرسازه‌ها
یکسوکننده‌هاوباطریها	n	یکسوومتناوب‌کننده‌جریان، اکومولاتورهاوغیره
لامپهاوتقویت‌کننده‌ها	p	لامپهای‌بدون‌گاز، محتوی‌گاز، تقویت‌کننده‌لامپی
مقاومتهاورگولاتورهای‌سریع	r	مقاومتهای‌اولیه، حفاظتی، استارت، میدان‌وترمز
دستگاه‌مکانیکی‌الکتریکی	s	لوپهای‌مغناطیسی‌یاالکتروموتوری‌وغیره
دستگاه‌های‌انسداد	u	ترکیبی‌ازدستگاه‌های a یا s وغیره.

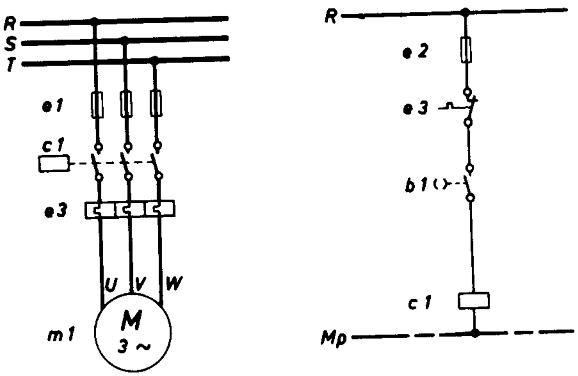
وقتی جلوی یک حرف اعدادی بترتیب نوشته شود، مبین اینست که نوع دستگاه یکی است. مثال a3 ,a2 ,al کلیدها،
m3 , m2 , ml ماشین‌ها،
b3 , b2 , bl کلیدهای تکمه‌ای.

۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۱۰۲۰۱۰ ـ امکانات مختلف برای بستن یک مدار حفاظتی

بستن مدار با کلید مطمئن چند وضعیتی

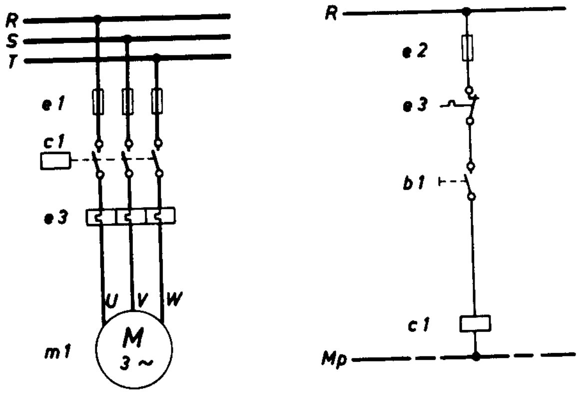
این کلیـد باید به وسیله افراد مشخصی باز و بسته شوند.

e1 فیوزهای اصلی
e2 رله‌های حافظ موتور
e3 فیوزهای فرمان
b1 کلید چند وضعیتی
c1 حافظ
m1 موتور



اتصال با کلید دستی

تا موقعی که فشار روی کلید است دستگاه کار می‌کند

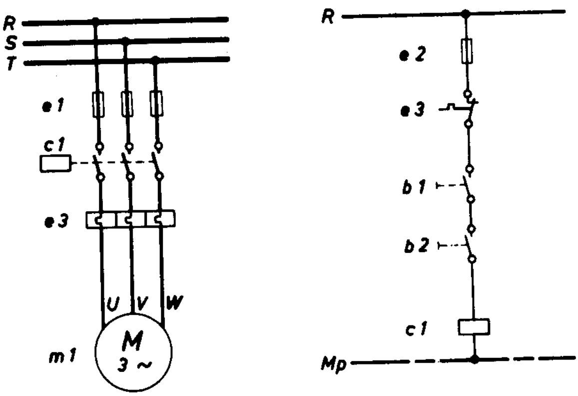


اتصال دو دستی تکمه‌ای

فقط موقعی که کلیدهای b1 و b2 فشار داده شوند به دستگاه فرمان داده میشود.

کلیدهائی که سری بسته شده‌اند تشکیل‌یک "کلید ـ بسته ـ باهم" را می‌دهند.

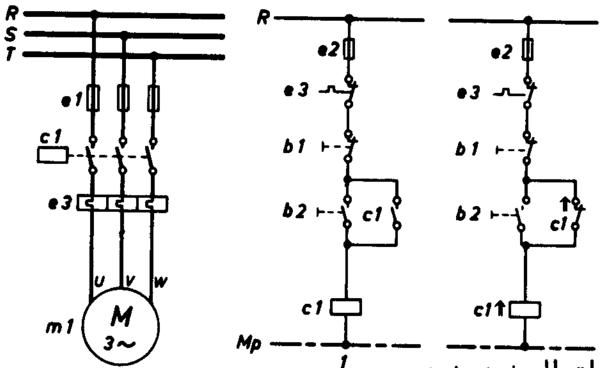
این نوع کلیدها را می توان برای دستگاه‌های پرس برای اطمینان بیشتر بکار برد.



۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۲۰۲۰۱۰ ـ امکانات مختلف برای بستن یک مدار حفاظتی

نگهدارنده خود به‌خود

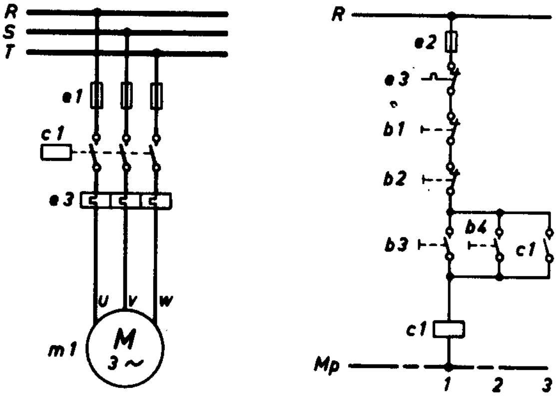
بعد از این که کلید b2 فشار داده شد ، فرمان پا بر جاست تا موقعیکه تا bl (خاموش‌کننده) یا e2 (رله محافظ موتور) یا e3 (فیوز فرمان) مدار فرمان را قطع کند.



اتصال خودبخود

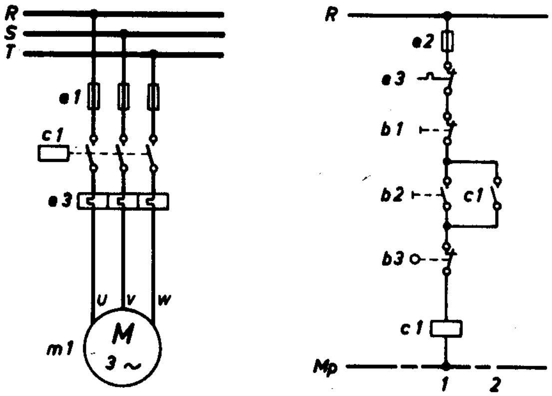
روشن کردن از دو محل مختلف

به‌وسیله فشار دادن b3 یا b4 مدار وصل میشود و بوسیله bl و b2 قطع می‌گردد. کلیدهای وصـل موازی تشکیل "مدار ـ یا ـ روشن" را می دهند. کلیدهای قطع سری تشکیل "مدار ـ یا ـ خاموش" را میدهند.



کلید نهائی برای قفل دستگاهها

فقط وقتی که کلید b3 فشار داده شود میتوان بوسیله کلیدهای دیگر دستگاه را روشن کرد. این کلیـد مثلا باید در اطاق نگهبانی ماشین ها در یک جعبه قفل دار باشد.



۱۰ ــ مدارهای حفاظتی
۱۰۳۰۱۰ ــ مدار حفاظتی و مدار کمکی حفاظتی

۰۱ فرمان دستگاه خاموش

روی تمام کلیدهای وصل ولتاژ فرمان قرار دارد. فرمان قابل انتقال است.

۰۲ روشن کردن

با فشار دادن ۲ب حافظ کمکی ۱د وصل می‌گردد.

۰۳ روشن

در حالی که کلید کمکی حافظ d1 باز است، کلید توانی c1 با اطمینان آن بکار می‌افتد.

۰۴ رها کننده

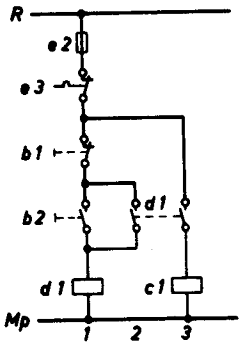
اگر رله حفاظت موتور عمل کند، تمام فرمان از کار می‌افتد.

۰۵ خاموش کردن

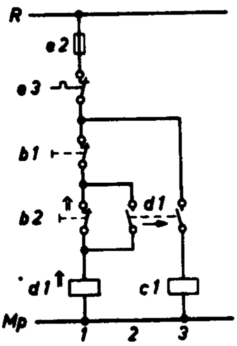
با فشار دادن b1 کلید حافظ کمکی خاموش می‌شود.

۰۶ خاموش

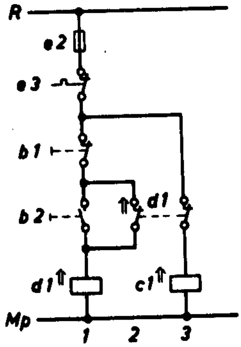
تمام کلیدهای وصل‌کننده دوباره روی ولتاژ فرمان افتاده و مدار دوباره برای روشن شدن حاضر است.



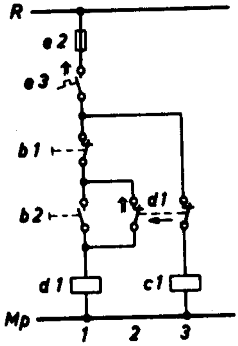
۱ ــ فرمان خاموش است



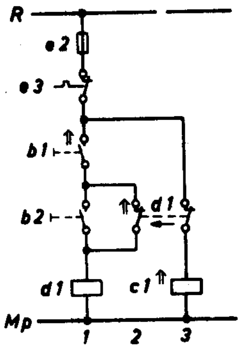
۲ ــ روشن کردن



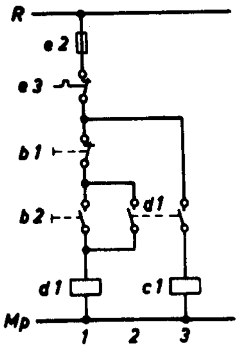
۳ روشن



۴ رها کردن



۵ ــ خاموش کردن

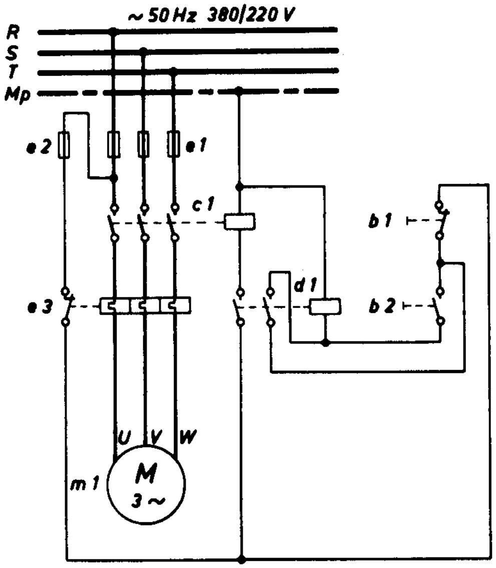


۶ ــ خاموش

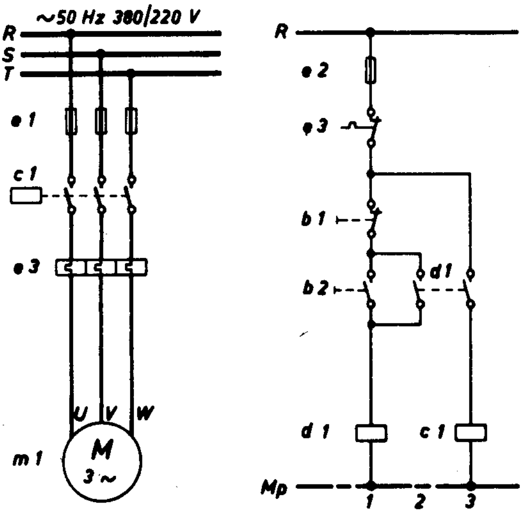
۲۰۳۰۱۰ ـ مدار حفاظتی و مدار کمکی حفاظتی

نقشه اتصال موثر

کلیدهای توان‌های زیاد به جریان فرمان زیاد احتیاج دارند.
اگراین جریان زیاد بالاترازجریانی باشدکه توان دستگاه‌ها اجازه‌دهند دراینصورت ازحافظ کمکی استفاده می‌گردد.



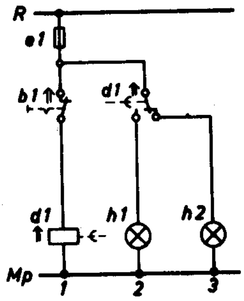
نقشه مسیر جریان



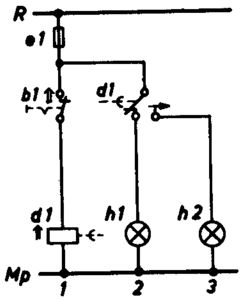
۱۰ ـ مدارهای حفاظتی

۱۰۴۰۱۰ ـ تغییر اتصال با تاخیر زمانی ، باز و بسته کردن (حالت‌های اتصال)

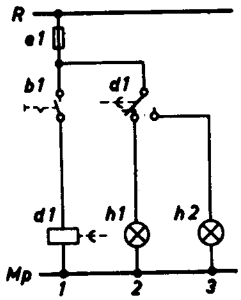
تغیر اتصال با تاخیر زمانی



رله ـ زمانی وصل کرده

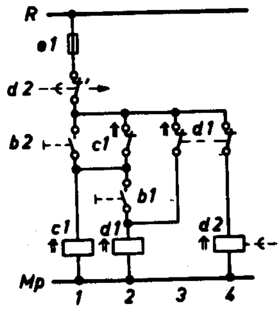


رله ـ زمانی وصل کرده

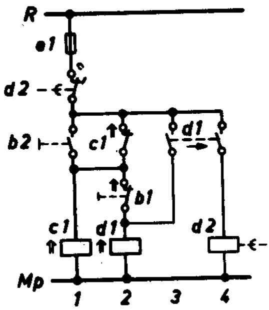


رله ـ زمانی وصل نکرده

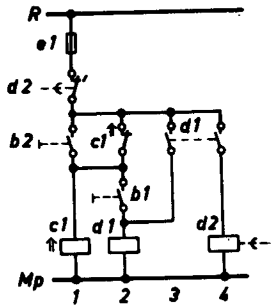
خاموش کردن تاخیری



خاموش کردن تاخیری

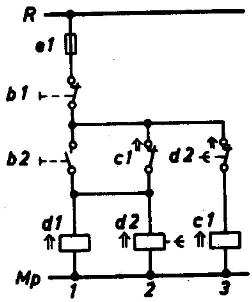


ضربه خاموش کننده

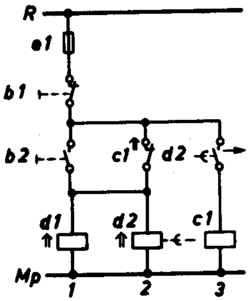


روشن

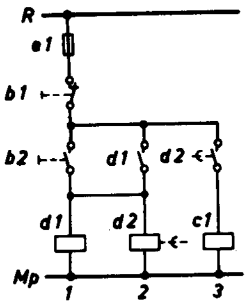
روشن کردن تاخیری



رله ـ زمانی حافظ را روشن میکند



رله ـ زمانی بسته

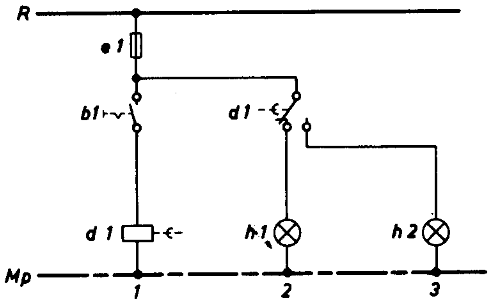


رله ـ زمانی باز

۲۰۴۰۱۰ ــ تغییر اتصال تاخیری، قطع و وصل

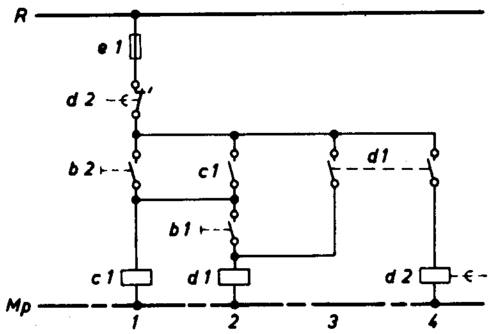
تغیر اتصال تاخیری

با وصل کلید چند وضعیتی b1. رله زمانی تحریک میشود. لامپ h1 تا موقعیکه رله زمانی d1 تغییر اتصال دهد روشن است ووقتی‌که تغیر داد لامپ h2 روشن میگردد.



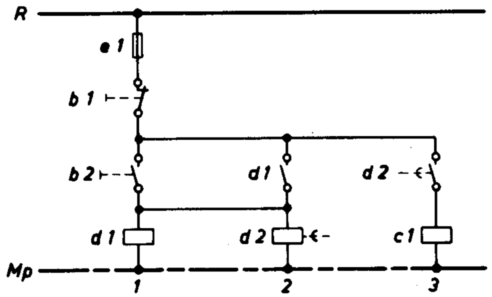
خاموش کردن تاخیری

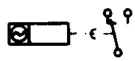
وقتی c1 روشن باشد بوسیله b1 می توان خاموش کرد. b1 حافظ کمکی d1 را روشن میکند. d1 رله زمانی d2 را در مسیــر جریان ۴ قرار می دهد. d1 و d2 بوسیله کلید وصل کننده d1 در مسیــر جریان ۳ قرار میگیرد. بعداز گذشت زمان‌تاخیری کلید باز کننده d2 تمام فرمان‌های روی مسیر جریان ۱ را باز میکند.



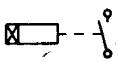
روشن کردن تاخیری

با فشار دادن b2 خافظ‌کمکی d1 روشن می‌شود و d1 رله زمانی d2 را وصل میکند. بعداز گذشت زمان تاخیری d2 حافظ c1 را وصل میکند.

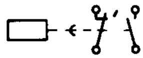




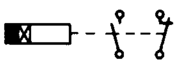
رله الکترو مغناطیسی با تغیر دهنده اتصال تاخیری



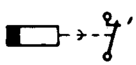
رله الکترو مغناطیسی با خاصیت تاخیری مغناطیسی برای یک کلید.



رله الکترو مغناطیسی با قطع و وصل کننده تاخیری



رله الکترو مغناطیسی با جذب و دفع مغناطیسی تاخیری



رله الکترو مغناطیسی با قطع کننده نزولی تاخیری

۱۰ – مدارهای حفاظتی

۱۰.۵.۱۰ – اضافه کردن یک محرک دیگر تاخیری (حالت‌های اتصال)

۱. خاموش

روی کلیدهای وصل کننده cl، cl، و b2 ولتاژ فرمان قرار دارد. مدار حاظر برای روشن کردن است.

۲. روشن کردن

با فشار دادن b2 مسیر جریان یک وصل می‌شود. حافظ cl مسیرهای جریان ۲ و ۳ را وصل میکند.

۳. سیستم ۱ روشن

حافظ cl خود را در مسیر جریان ۲ نگه می‌دارد. رله زمانی dl وصل است.

۴. رله زمانی روشن می‌کند

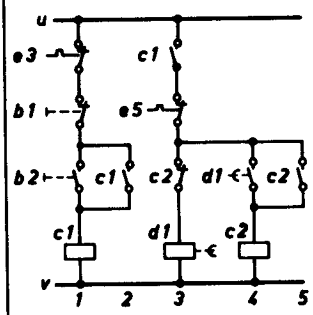
بعد از گذشت زمان تاخیری رله زمانی حافظ c2 را وصل می‌کند.

۵. سیستم ۱ و ۲ روشن

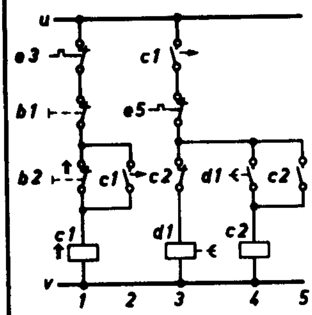
حافظ c2 به‌وسیله متصل کننده c2 از مسیر جریان ۱ رله زمانی را باز مینماید.

۶. خاموش کردن

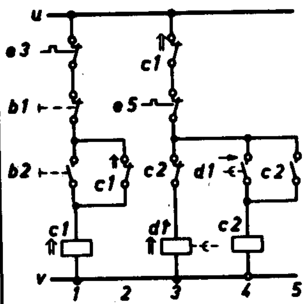
با فشار دادن قطع کننده bl در مسیر جریان ۱ هر دوی حافظ ها را قطع می‌کند.



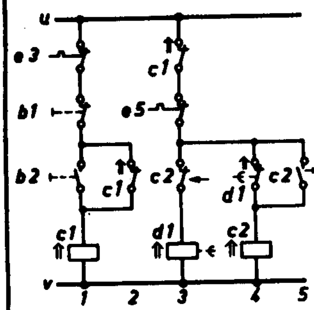
۱ – خاموش



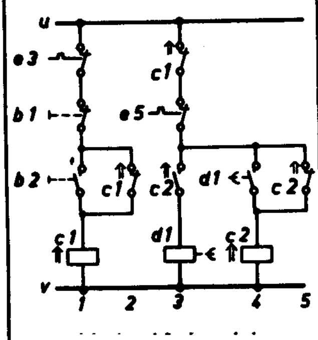
۲ – روشن کردن



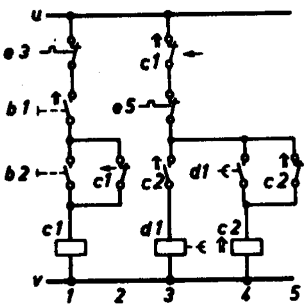
۳ – سیستم ۱ روشن



۴ – رله زمانی روشن

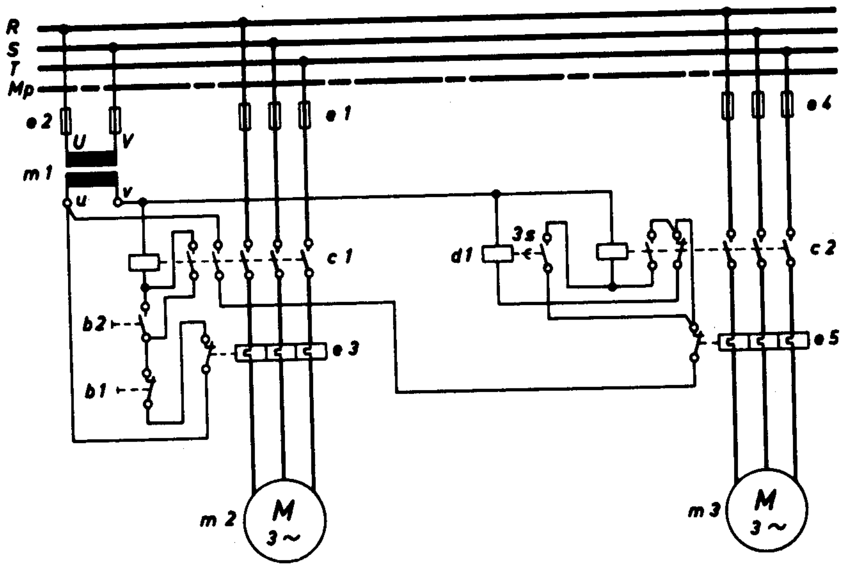


۵ – سیستم ۱ و ۲ روشن

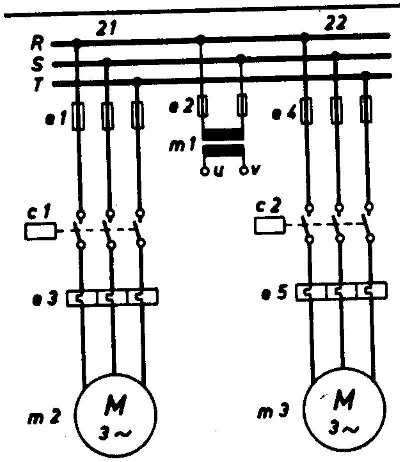


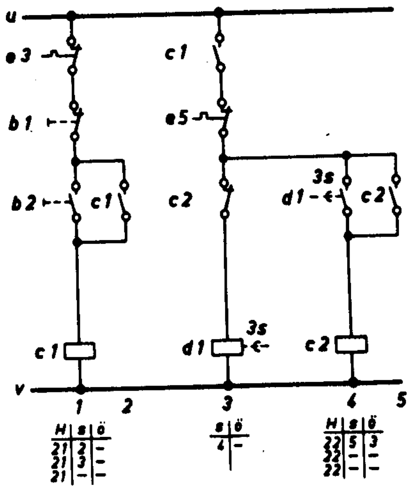
۶ – خاموش کردن

۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۲۰۵۰۱۰ ـ اضافه کردن یک محرک دیگر تاخیری



استفاده از مبدل یا ترانسفورموتورهای فرمانی برای فرمان به‌دو موتور مرسوم است و برای بیش از دو موتور طبق دین VDE۱۱۳ اجباری است.

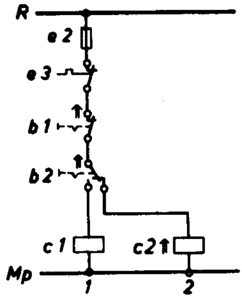




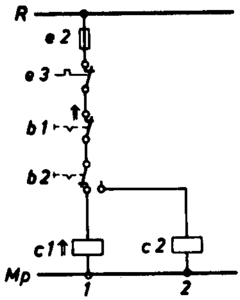
نقشه مسیر جریان فرمان

۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۱۰۶۰۱۰ ـ حافظ برگردان (حالت‌های اتصال)

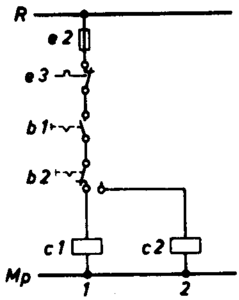
اتصال حافظ به‌وسیله کلید چند وضعیتی



حافظ c2 روشن

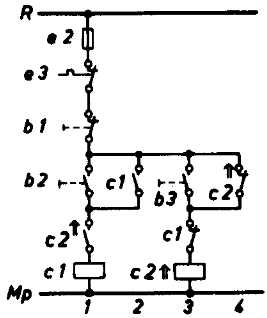


حافظ c1 روشن

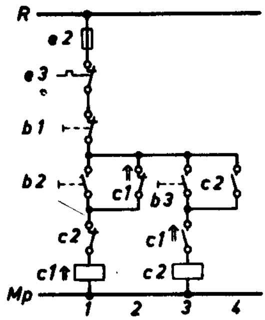


خاموش

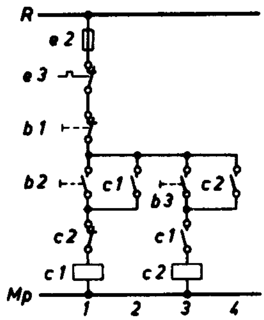
اتصال حافظ به‌وسیله کلید فشاری



حافظ c2 روشن

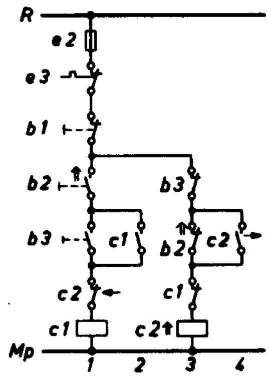


حافظ c1 روشن

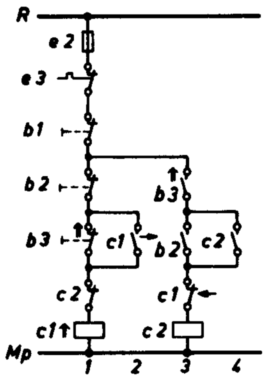


خاموش

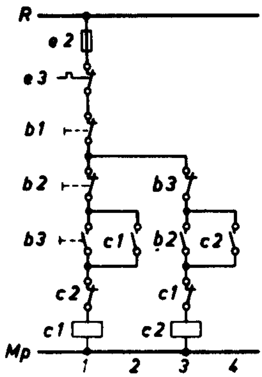
تغییر اتصال مستقیم



روشن کردن گردش بچپ



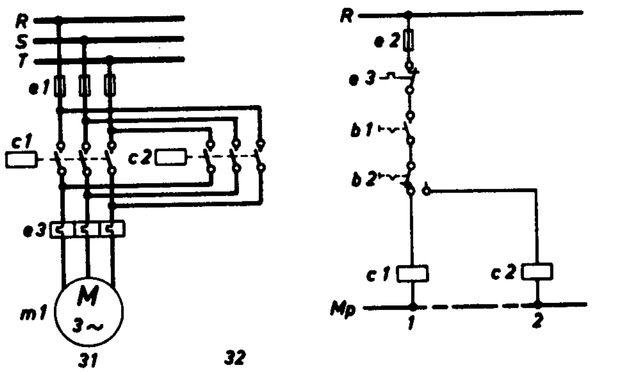
روشن کردن گردش براست



خاموش

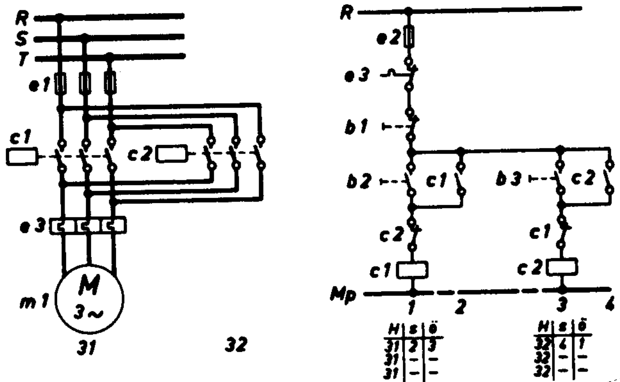
۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۲۰۶۰۱۰ ـ حافظ برگردان

مدارهای برگردان باید طوری درست شوند که از وصل شدن حافظ ها در یکآن جلوگیری بعمل آیند (اتصال کوتاه) .



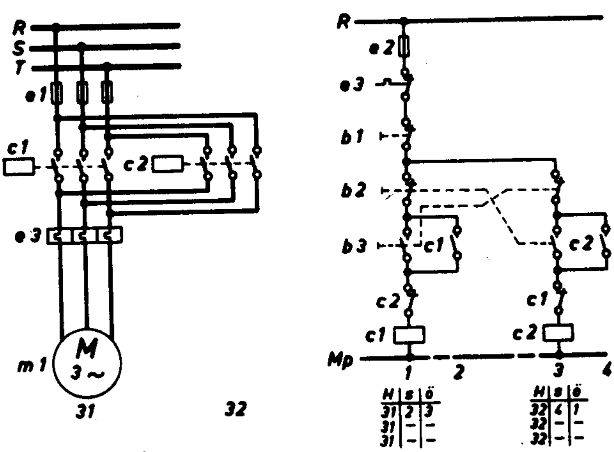
اتصال حافظ ها بهوسیله کلید چند وضعیتی

کلید تغیر اتصال b2 یاحافظ گردش براست c1 و یا حافظ گردش بچپ c2 را وصل میکند . با چرخش کلید چند وضعیتی b1 فرمان وصل وقطع می‌گردد .



اتصال حافظ بهوسیله تکمه

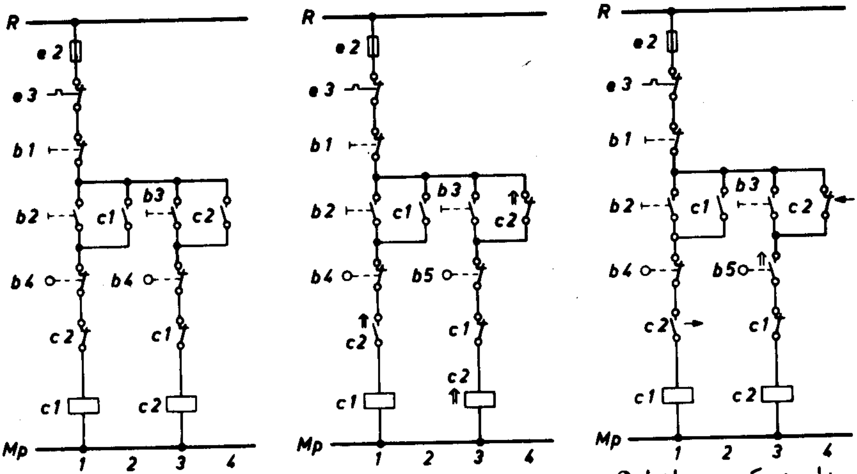
با فشار دادن تکمه b2 حافظ گردش براست c1 وصل میشود. حافظ c1 از مسیر جریان ۳ بهوسیله یک قطع کننده حافظ c2 راقفل میکند . تغیر اتصال به گردش بچپ موقعی ممکن است که بهوسیله b1 حافظ c1 قطع شود . حافـظ b2 هم حافظ c2 را قفل می‌کند .



تغیر اتصال مستقیم

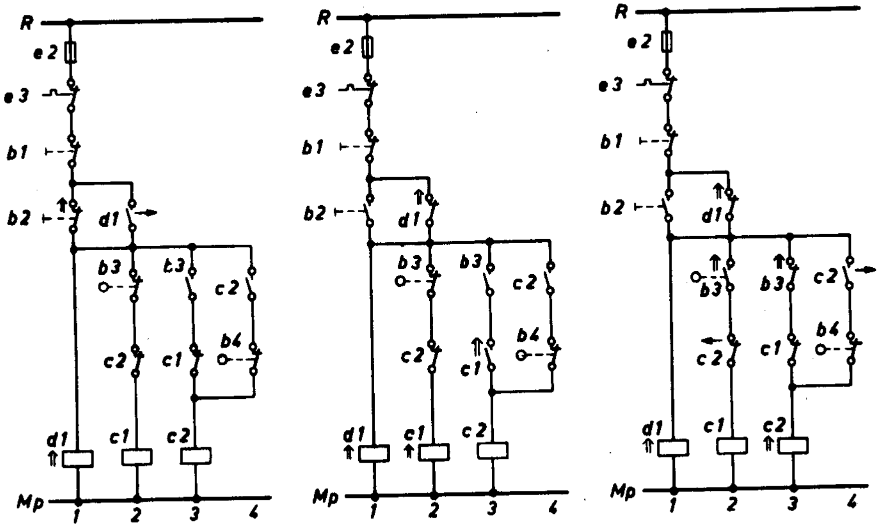
با قفل کردن تکمه فشاری می‌توان فورا تغیر اتصال به گردش براست ، بچپ و یا برعکس را انجام داد . قطـع کننـده c1 و c2 در موقـع چسبیدن یک حافظ هم ، از اتصال کوتاه جلوگیری به عمل می‌آورد .

مدار برگردان دستی با محدود کننده



خاموش — حافظ c2 روشن — خاموش کردن حافظ c2 بوسیله b5

مدار برگردان خودکار با محدود کننده

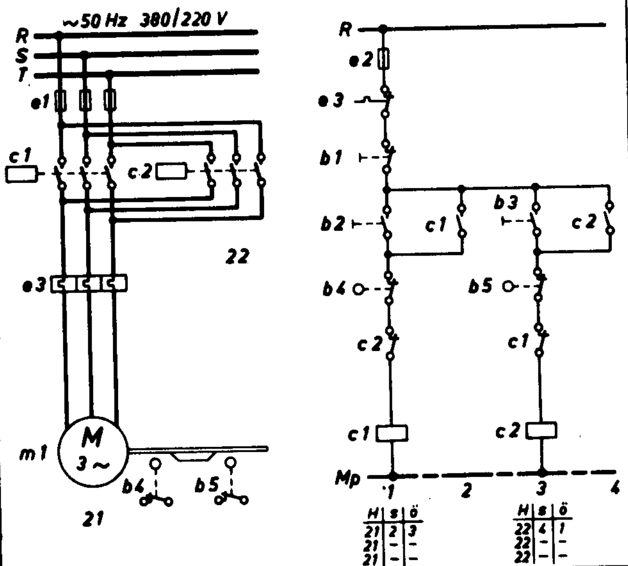


روشن کردن بوسیله b2 — حافظ c1 روشن — تکمه نهائی b3 تغیر اتصال میدهد

۱۰ – مدارهای حفاظتی
۲۰۷۰۱۰ – مدارهای محدود کننده

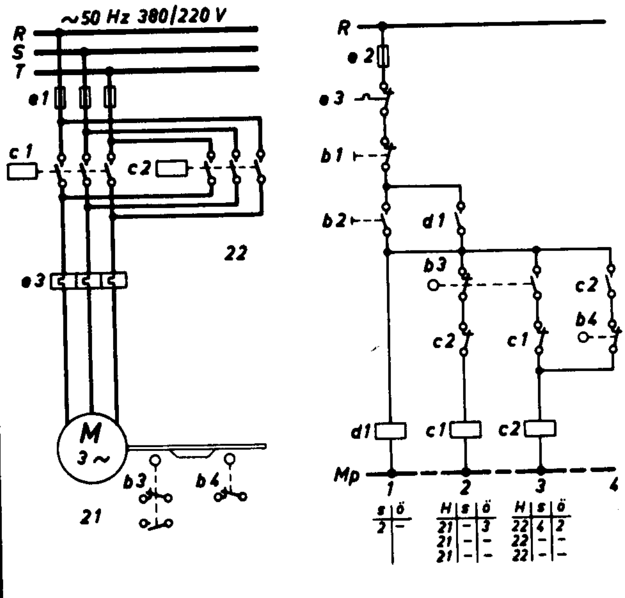
مدار برگردان دستی با محدود کننده

دوکلید جذب‌کننده b4 و b5 جریان حرکت موتور را دردوجهت محدود می‌کند .



مدار برگردان خودکار با محدود کننده

حافظ کمکی d1 در مسیر جریان ، ۲ مدار خودکار برگردان را روشن می کند . کلید نهائی b3 حافظ b1 را قطع و همزمان c2 را وصل مینماید. حافظ c2 در مسیر جریان ، ۲ حافظ c1 را قفل کرده وکلید جذب‌کننده b4 حافظ c2 را قطع وحافظ c2 در مسیر جریان ، ۲حافظ c1 را دوباره متصل می‌کند .

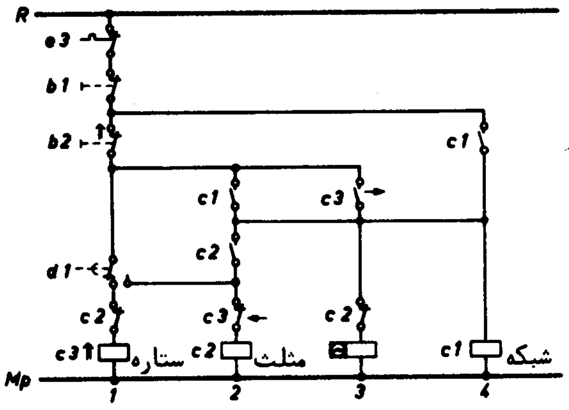


۱۰۸۰۱۰ ــ مدار خودکار ستاره/مثلث

مدارها بدون فیوز فرمان c2 رسم شده‌اند.

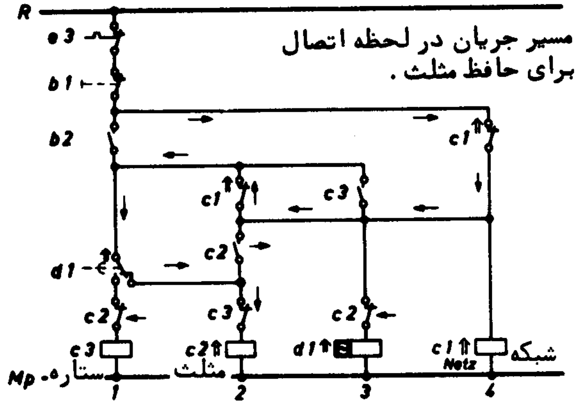
۱ ــ روشن کردن

با فشار دادن b2 حافظ ستاره‌ای c3 وصل میشود. به‌وسیله وصل کننده در مسیر جریان ۳ حافظ ستاره‌ای رله زمانی d1 و حافظ شبکه c1 را وصل می‌کند. قطع کننده مسیر تا موقعی‌که حافظ ستاره‌ای وصل است ازمتصل‌شدن حافظ مثلث جلوگیری می‌نماید.



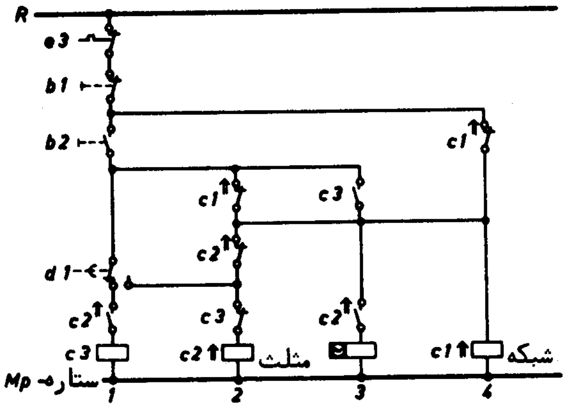
۲ ــ تغیر اتصال ستاره به مثلث

بعد از گذشت زمان تاخیری رله رله زمانی d1 تغیر اتصال میدهد. حافظ ستاره خارج می‌گردد و راه جریان ۲ را آزاد می‌کند. حافظ مثلث c2 وصل شده و برای هرقطع کننده c2 حافظ ستاره‌ای قفل شده و رله زمانی قطع میگردد.



۳ ــ مثلث روشن

وصل‌کننده خود نگهدار حافظ شبکه c1 و حافظ مثلث c2 با هم سری میباشند. حافظ ستاره و رله زمانی نمی‌توانند تا موقعی‌که حافظ مثلث وصل است متصل شوند. رله زمانی قطع شده بدون خطر می‌تواند به حالت ساکن خود برگردانده شود.

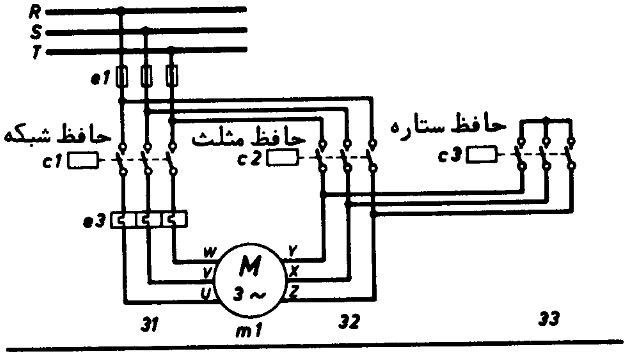


۱۰ — مدارهای حفاظتی
۲۰۸۰۱۰ — مدار خودکار مثلث/ستاره

۱ — مدار معمولی

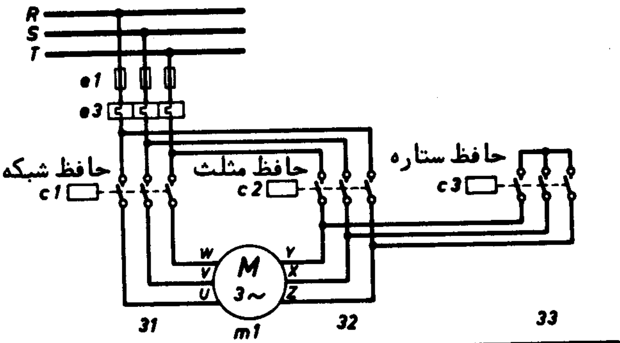
رله جریان غیر مجاز c3 در مدار مثلث در مسیر سیم نیست.

رله جریان غیر مجاز روی ۵۸ر۰ = $1/\sqrt{3}$ برابر جریان اسمی موتور تنظیم میشود. در مدار ستاره‌ای نیز موتور محفوظ می‌باشد.



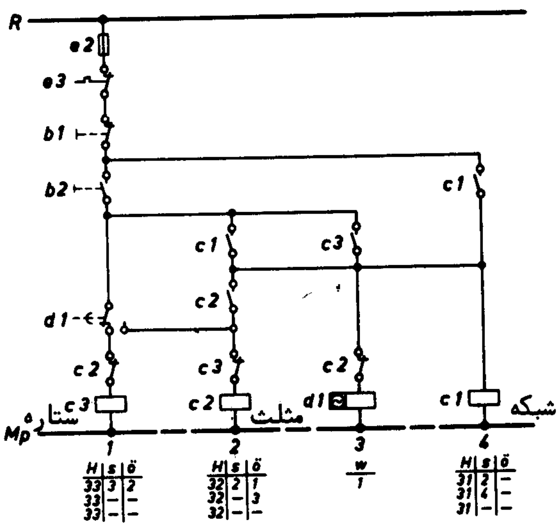
۲ — مدار برای دور برداشتن طولانی

رله جریان غیر مجاز c3 در مسیر سیم قرار دارد. رله جریان غیر مجاز روی جریان اسمی موتور تنظیم می‌شود. در مدار ستاره‌ای موتور ضد بار غیر مجاز محفوظ نیست.



نقشه مسیر جریان فرمان حافظ

با فشار دادن b2 اول حافظ ستاره c3 روشن می‌شود. این حافظ در نتیجه جریان را قطع میکند. برای جلوگیری از سائیدگی بیجا، زمان تغیر اتصال را می‌توان با در نظر گرفتن دور برداشتن با رله d1 تنظیم کرد.

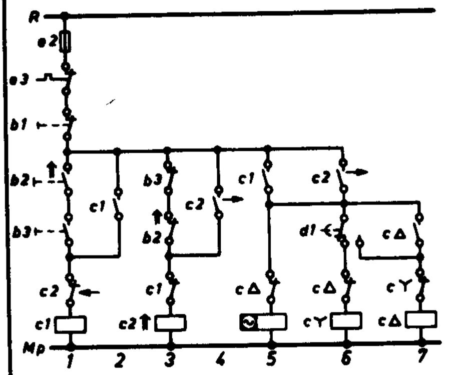


۱۰ ـ مدارهای حفاظتی

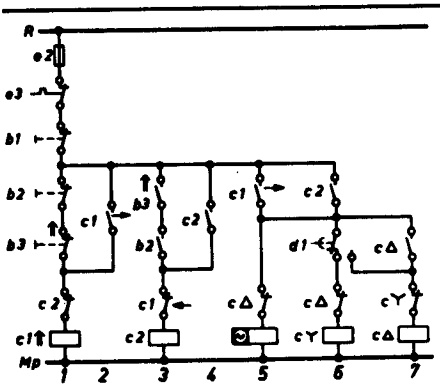
۱۰۹۰۱۰ ـ مدار برگردان مثلث/ستاره (حالت‌های اتصال)

گردش بچپ

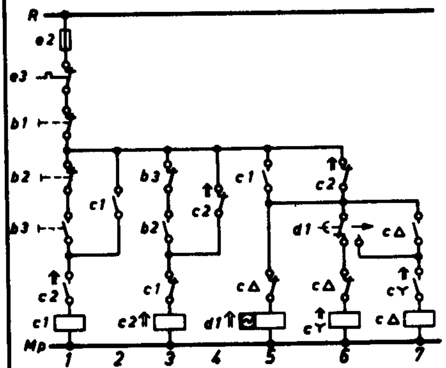
گردش براست



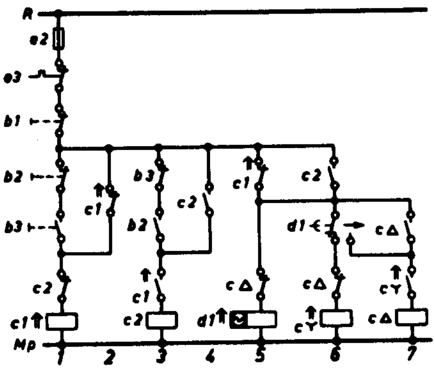
گردش بچپ "روشن"



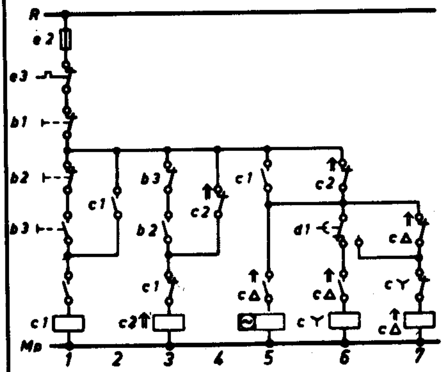
گردش براست "روشن"



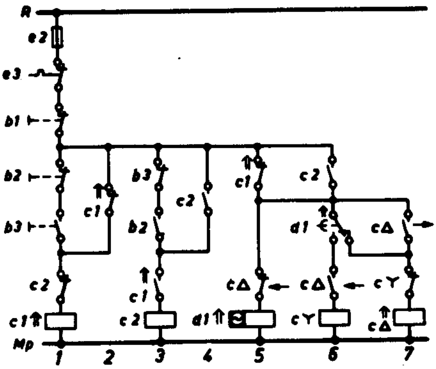
گردش بچپ "ستاره"



گردش براست "ستاره"

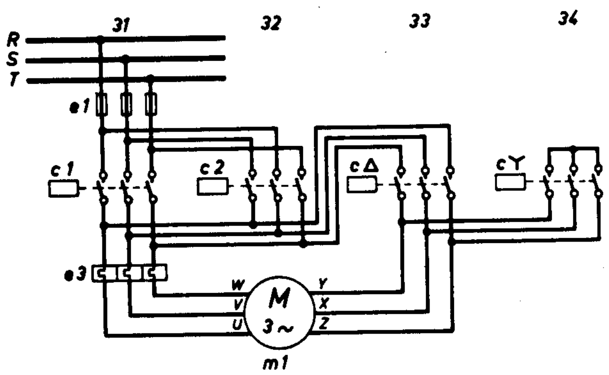


گردش بچپ "مثلث"



گردش براست "مثلث ـ روشن"

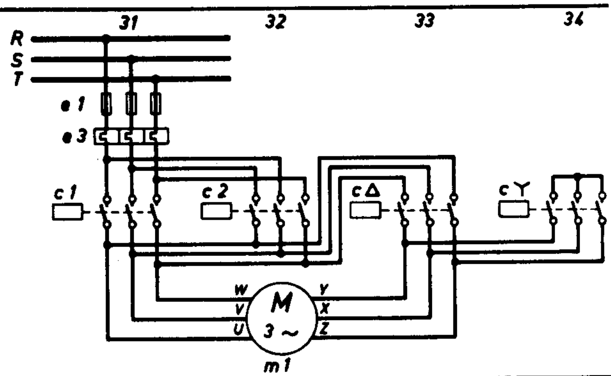
۱۰ ــ مدارهای حفاظتی
۲۰۹۰۱۰ ــ مدار برگردان ستاره/مثلث



۱ ــ مدار معمولی

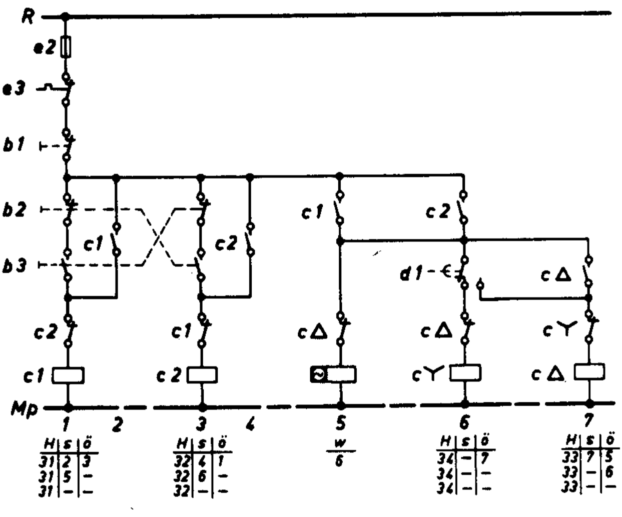
رله جریان غیر مجاز ۳ث در مدار مثلث در مسیر سیم نمی‌باشد.

رله جریان غیر مجاز روی ۵۸ر۰ = $1/\sqrt{3}$ برابر جریان اسمی موتور تنظیم میشود. در مدار ستاره‌ای نیز موتور محفوظ میباشد.



۲ ــ مدار برای مدت دور برداشتن طولانی

رله جریان غیر مجاز e3 در مسیر سیم ورودی است. رله جریان غیر مجاز روی جریان اسمی موتور تنظیم میگردد. در مدار ستاره‌ای موتور درمقابل بار غیر مجاز محفوظست.



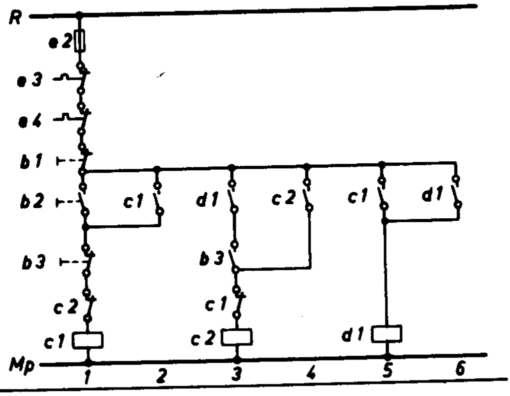
نقشه مسیر جریان فرمان حفاظت

با فشار دادن b3 گردش براست c1 وبا فشار دادن b3 گردش بچپ c2 وصل می‌شوند. هم c1 و هم c2 کلید ستاره ــ مثلث خودکار را وصل می‌کنند.

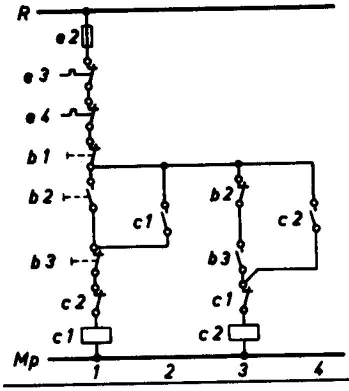
۱۰ – مدارهای حفاظتی
۱۰۱۰۰۱۰ – حافظ تعویض قطب‌ها

مدار ۲	مدار ۱

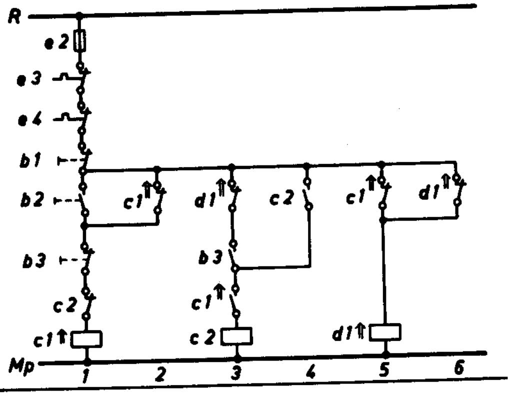
خاموش



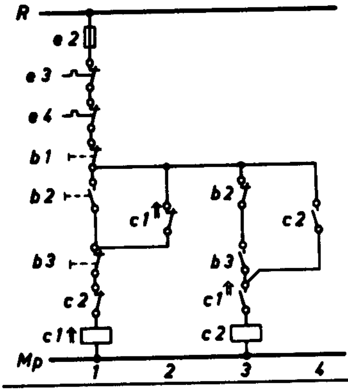
خاموش



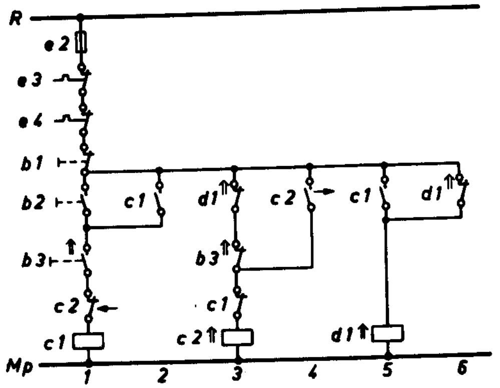
به دور کم وصل شده



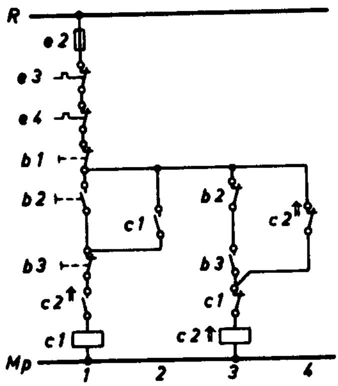
به دور کم وصل شده



به دور زیاد وصل شده



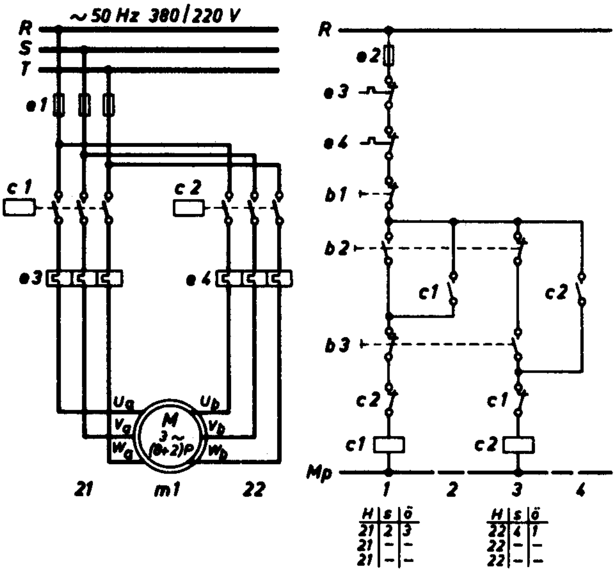
به دور زیاد وصل شده



۲۰۱۰۰۱۰ ـ حافظ تعویض قطب‌ها (دوپیچش مجزا)

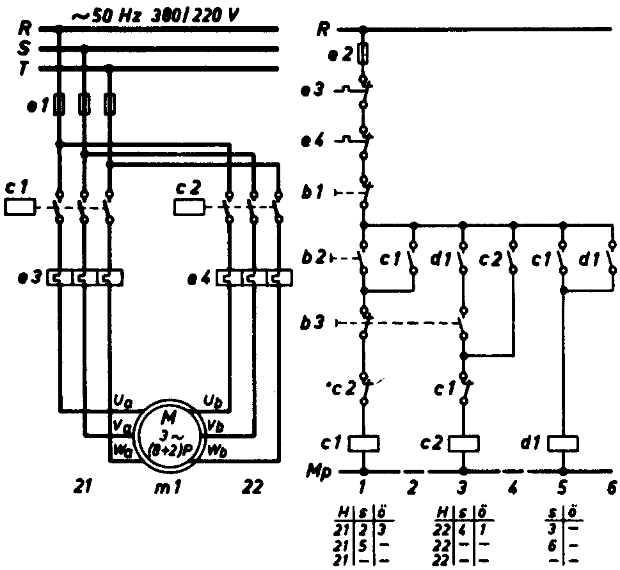
۱ ـ تغیر دور از سریع به کند

دو دور مختلف را بدلخواه میتوان انتخاب کرد. تغیر دور از کند به سریع را میتوان مستقیما انجام داد. تغیر اتصال از سریع به‌کند را باید بوسیله قطع کننده b1 انجام داد.



۲ ـ ترتیب اجباری از کند به تند

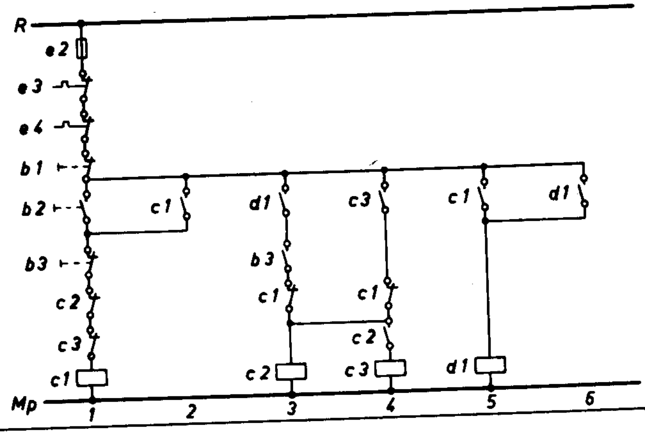
دور سریع را موقعی می‌توان وصل کرد که در مسیر جریان ۳ وصل کننده رله d1 متصل باشد. اجبارا باید قبلا به دور کم وصل نمود.



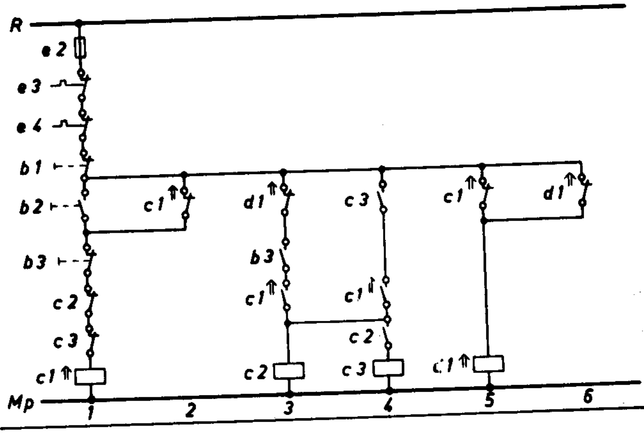
۱۰ – مدارهای حفاظتی

۱۰۱۱۰۱۰ – حافظ تعویض قطب‌ها

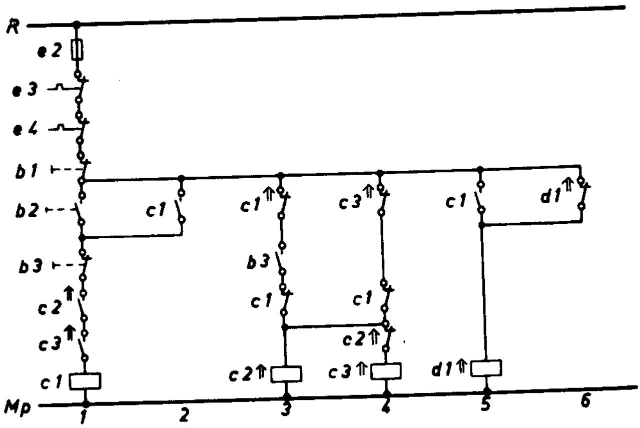
"خاموش"



به‌دور کم وصل شده

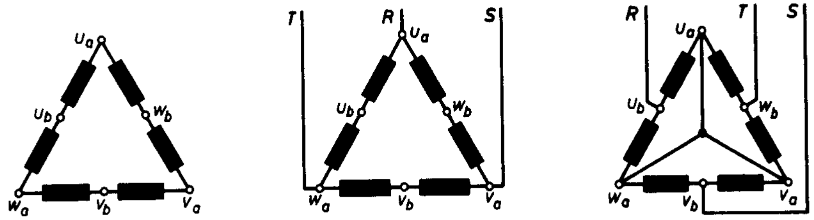


به‌دور زیاد وصل شده

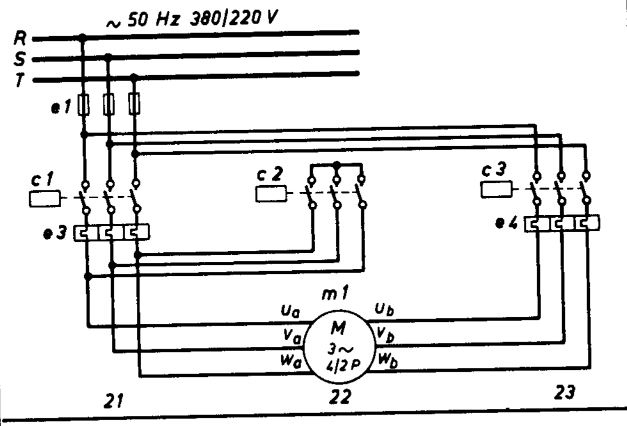


۱۰ – مدارهای حفاظتی
۲۰۱۱۰۱۰ – حافظ تعویض قطب‌ها

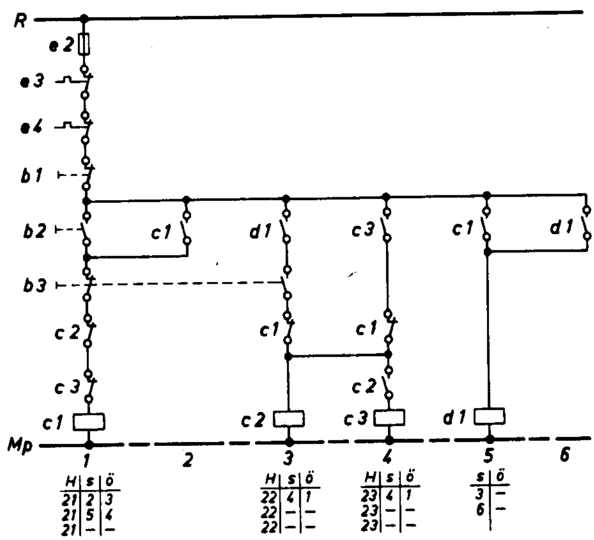
نسبت دورها در مدار دالاندر همیشه ۱ به ۲ است.



دور کم ızahl   دور زیاد



در دور کم در هر شانه دو پیچش و یا گروه پیچش سری قرار گرفته‌اند. در دور زیاد در هر شانه دو پیچش و یا گروه پیچش با هم موازی بسته شده‌اند.

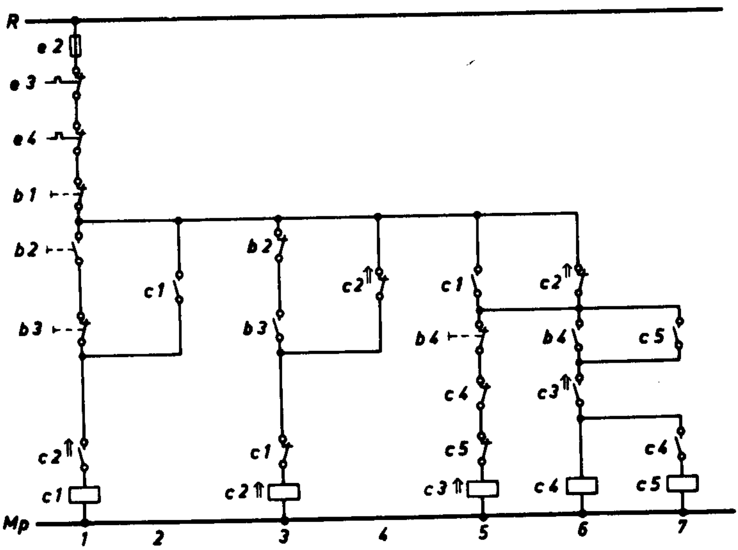


تنظیم روی دور زیاد اجبارا باید اول از دور کم شروع شود.

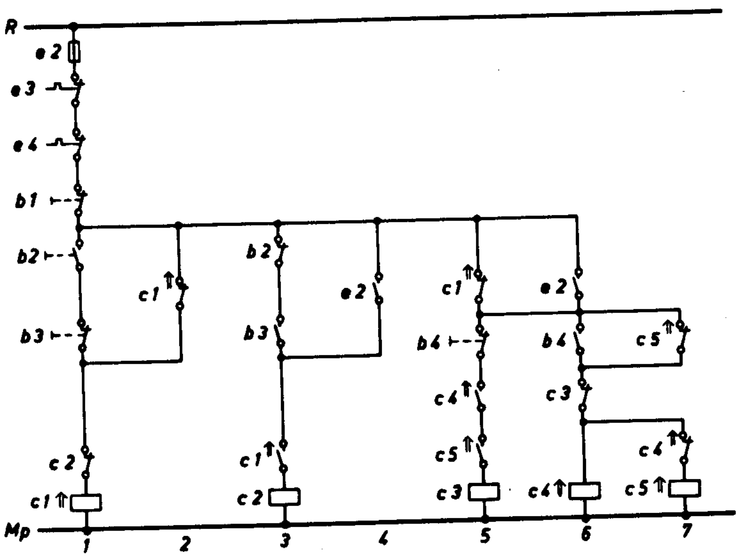
b1 ایست
b2 آهسته
b3 تند

۱۰۱۲۰۱۰ ـ مدارهای برگرادن تعویض قطب‌ها (حالت‌های اتصال)

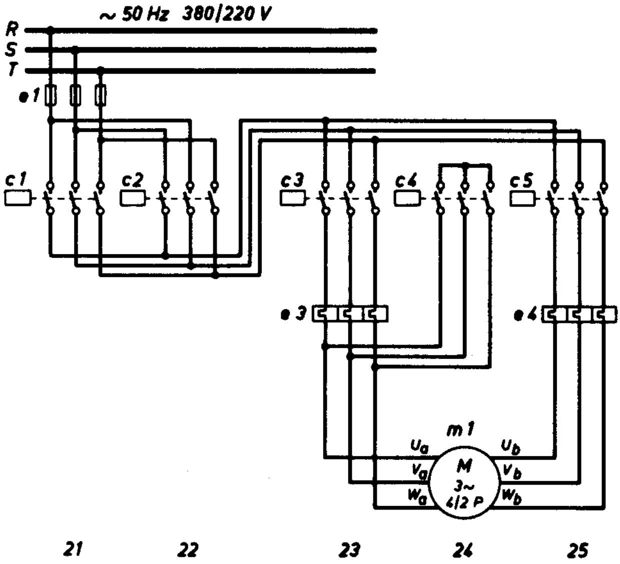
گردش بچپ ـ دور کم



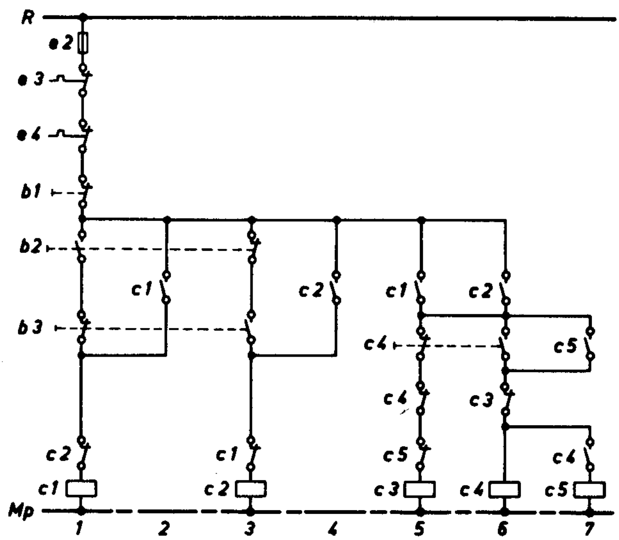
گردش براست ـ دور زیاد



۱۰ – مدارهای حفاظتی
۲۰۱۲۰۱۰ – مدار برگردان تعویض قطب‌ها



هردوی حافظ های c1 و c2 بمنظور حفاظت برای تغیر جهت گردش می باشند. حافظ های c3 ، c4 و c5 برای تعویض قطب‌ها هستند.



H	s	ö
21	2	3
21	5	–
21	–	–

H	s	ö
22	4	1
22	6	–
22	–	–

H	s	ö
23	–	6
23	–	–
23	–	–

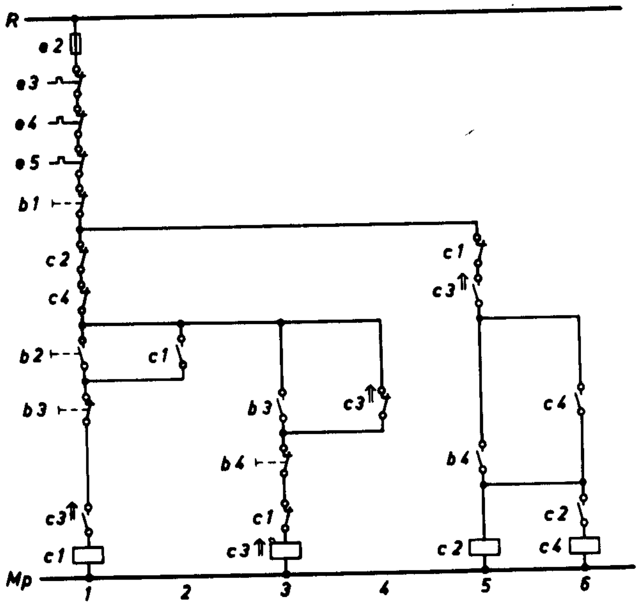
H	s	ö
24	7	5
24	–	–
24	–	–

H	s	ö
25	7	5
25	–	–
25	–	–

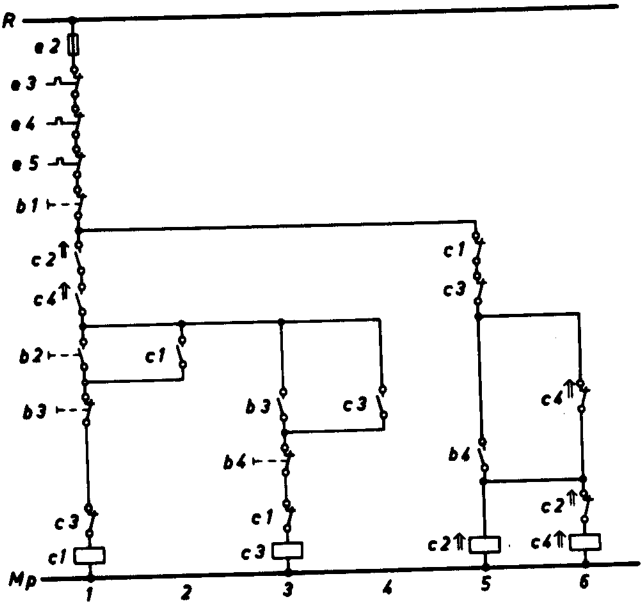
b1 ایست
b2 گردش براست ــ کند
b3 گردش بچپ ــ کند
b4 تند

۱۰۱۳۰۱۰ ـ حافظ تعویض قطب‌ها برای سه نوع دور (حالت‌های اتصال)

"دور متوسط" روشن



"دور زیاد" روشن

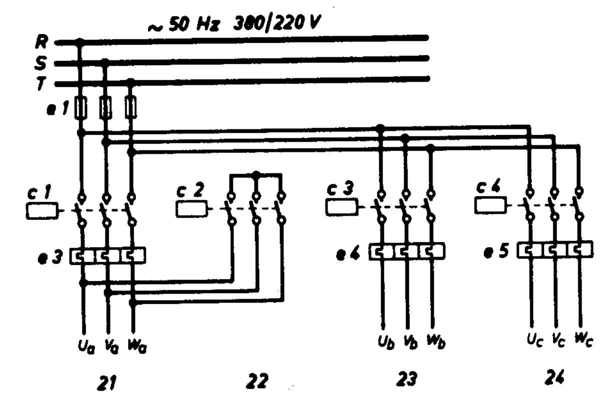


۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۲۰۱۳۰۱۰ ـ حافظ تعویض قطب‌ها برای سه نوع دور

موتور دارای دو پیچش مجزا است :

یک پیچش معمولی برای دور متوسط و یک پیچش دالاندر برای دورهای کم و زیاد .

مثال :
۷۵۰ دور/دقیقه، ۱۰۰۰ دور/دقیقه
۱۰۰۰ دور/دقیقه
۱۵۰۰ دور/دقیقه

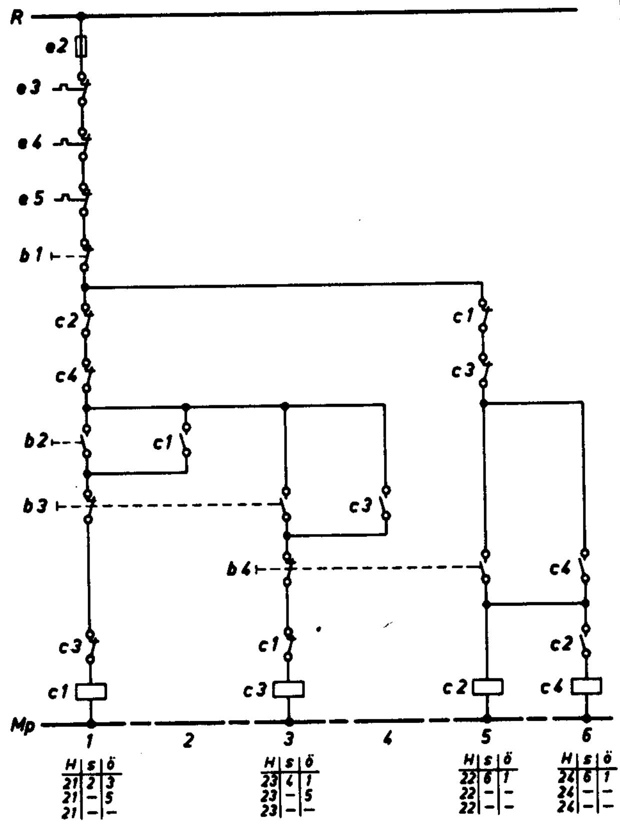


این سه دور را می‌توان به ترتیب و یاجداگانه تنظیم کرد . برگرداندن از دور زیاد بدور کم فقط با متوقف کردن ممکن است .

b1 ایست
b2 کند
b3 متوسط
b4 تند

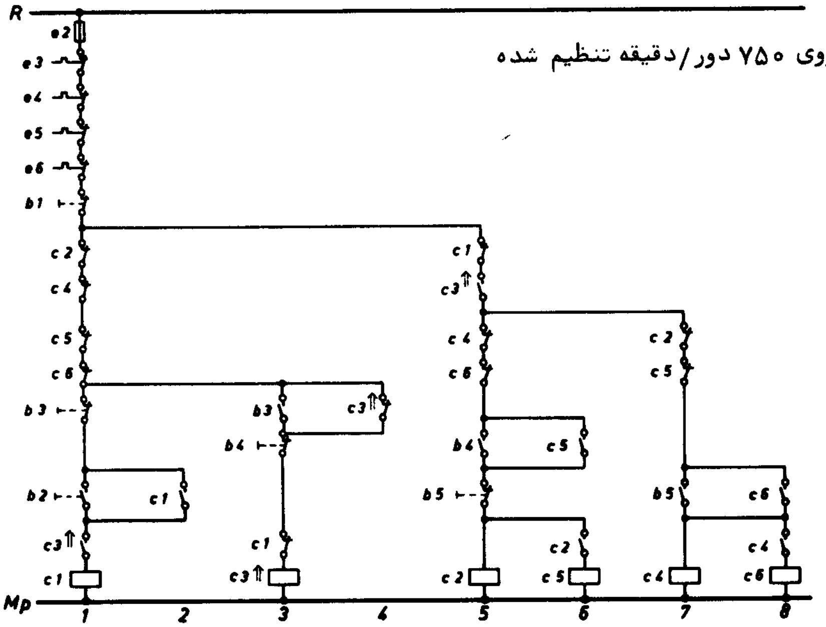
ترتیب اتصال

	کند	متوسط	تند
c1	×		
c2			×
c3		×	
c4			×

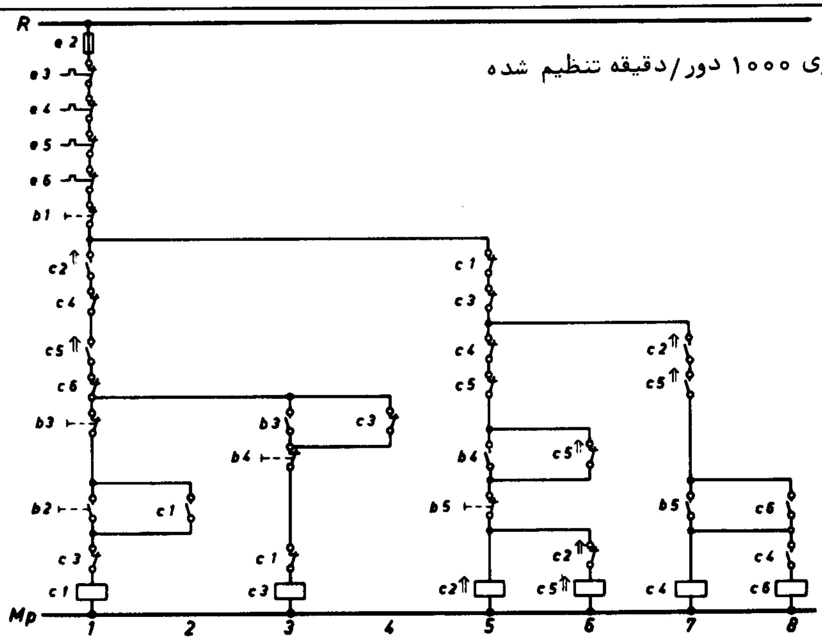


۱۰ ـ مدارهای حفاظتی

۱۰۱۴۰۱۰ ـ حافظ تعویض قطب‌ها برای چهار دور مختلف (حالت‌های اتصال)



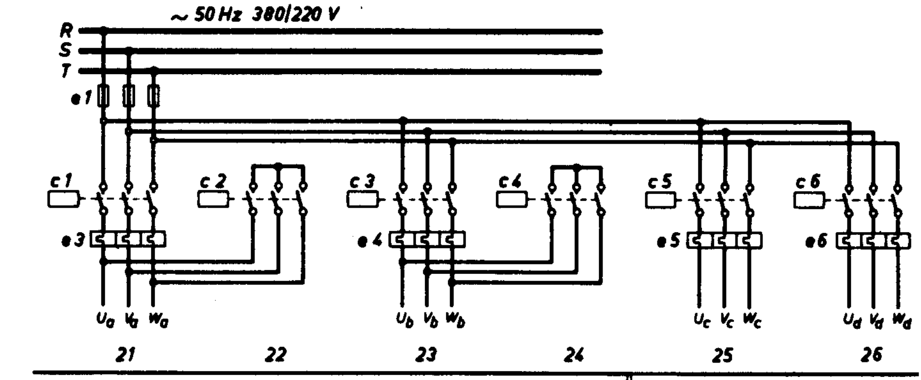
دور روی ۷۵۰ دور/دقیقه تنظیم شده

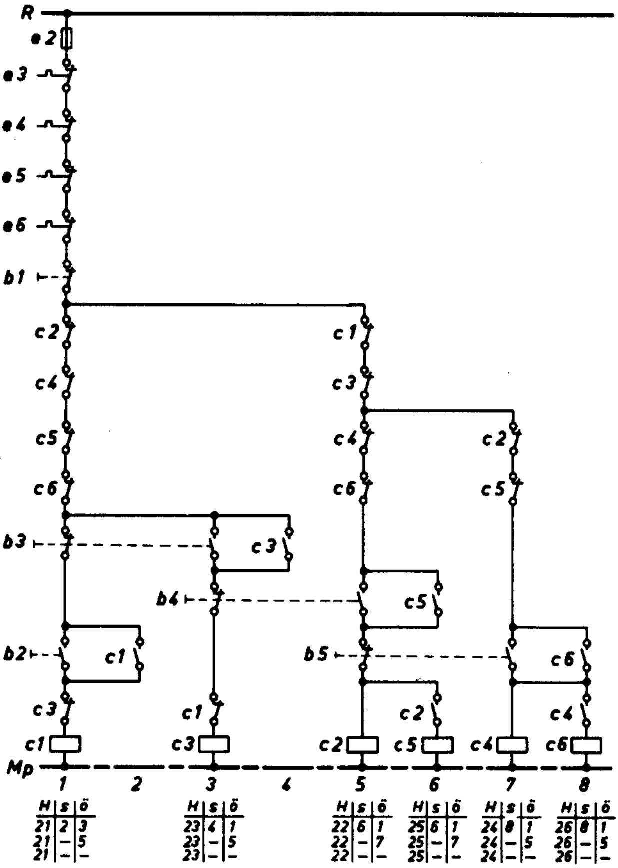


دور روی ۱۰۰۰ دور/دقیقه تنظیم شده

۱۰ ـ مدارهای حفاظتی

۲۰۱۴۰۱۰ ـ حافظ تعویض قطب‌ها برای چهار دور مختلف





موتور دارای دو پیچش دالاندر است ودر نتیجه چهار دور قابل تنظیم میباشد. مثلاً ۵۰۰، ۷۵۰ ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ دور/دقیقه.
این چهار دور را میتوان بترتیب و یا جداگانه تنظیم نمود.
کاستن دور از زیاد به کم فقط با متوقف کردن ماشین ممکن است.

b1 ایست
b2 ۵۰۰ دور/دقیقه
b3 ۷۵۰ دور/دقیقه
b4 ۱۰۰۰ دور/دقیقه
b5 ۱۵۰۰ دور/دقیقه.

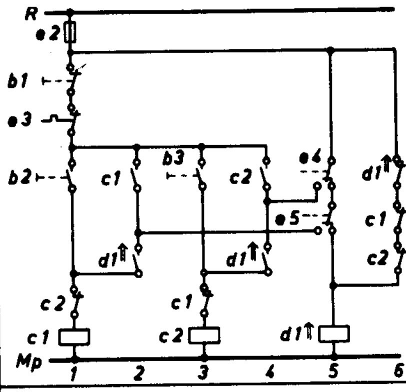
ترتیب اتصال‌ها

	500	750	1000	1500
c1	×			
c2			×	
c3		×		
c4				×
c5			×	
c6				×

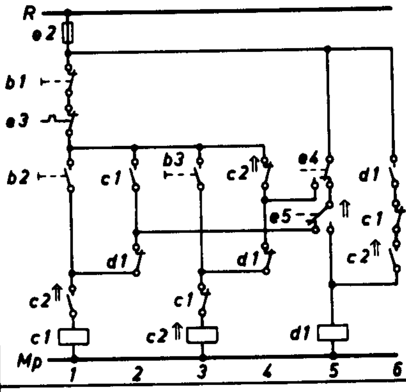
۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۱۰۱۵۰۱۰ ـ مدارهای کنترل ترمز (حالت‌های اتصال)

مدارهای برگردان با ترمز جریان مخالف

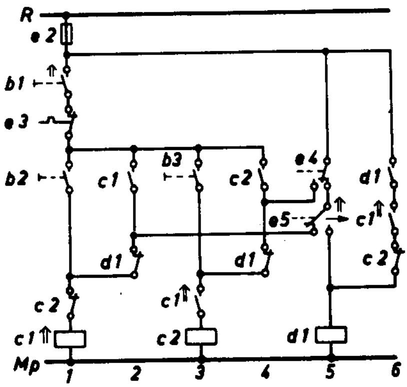
"خاموش کردن"



"گردش بچپ ـ روشن"

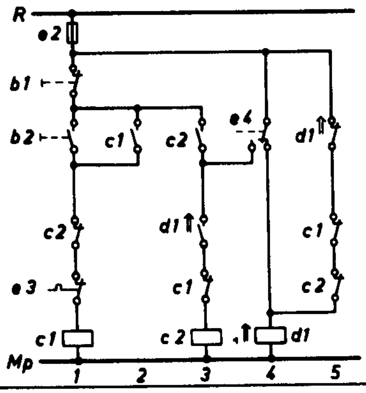


"خاموش"

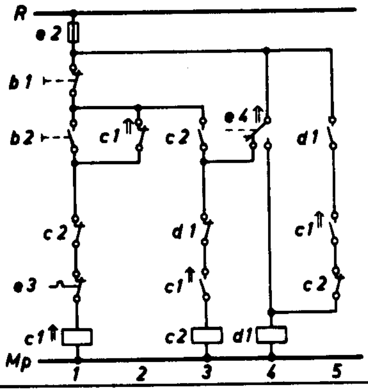


ترمز بوسیله جریان مخالف

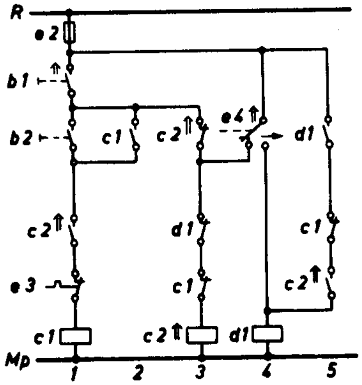
"خاموش"



"روشن"

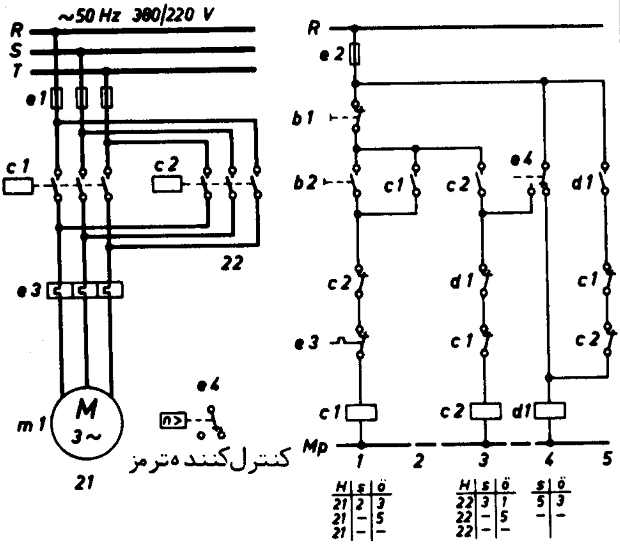


"خاموش کردن"



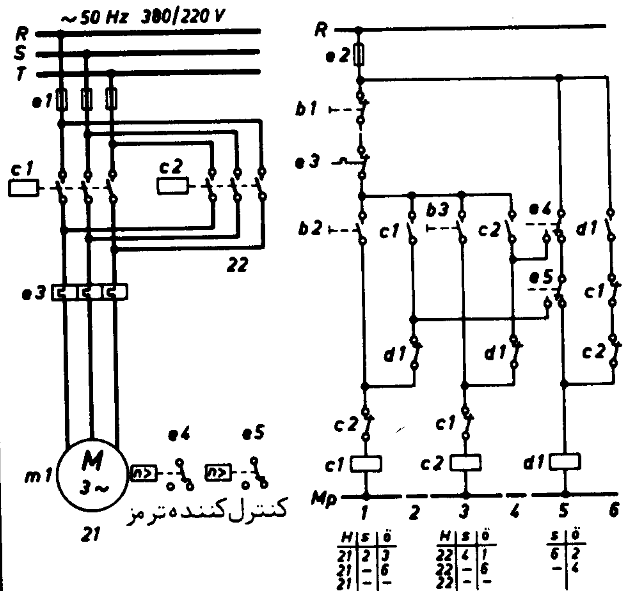
ترمز به‌وسیله جریان مخالف

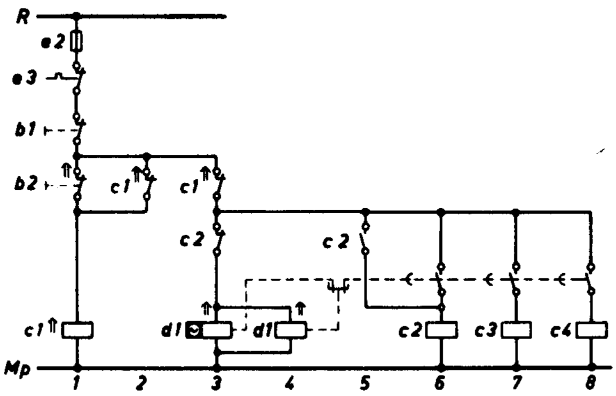
وقتی موتور خاموش است حافظ کمکی d1 روشن است. d1 در مسیر جریان حافظ ترمز c2 را سد میکند. وقتی حافظ اصلی c1 روشن است حافظ کمکی خاموش میباشد وکنترل کننده ترمز c4 حافظ ترمز c2 را آماده نگه میدارد.
حالا اگر c1 را خاموش کنیم حافظ ترمز c2 روشن میگردد. و تا زمانی که دوباره برای دور معین‌کم کنترل ترمز بحالت سکون خود در بی‌آید این حافظ ترمز، روشن می‌ماند.



مدار برگردان با ترمز جریان‌مخالف

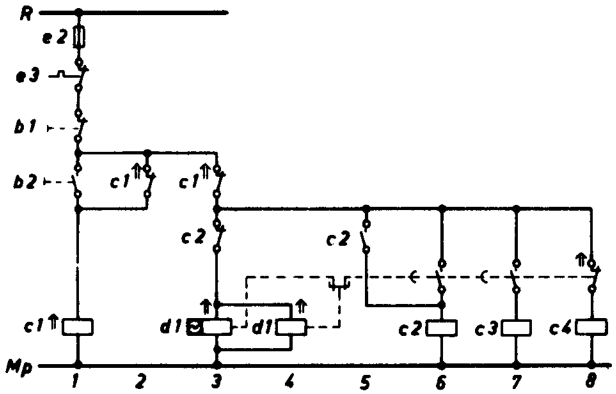
حافظ گردش به راست c1 و حافظ گردش بچپ c2 درموقع ترمز کردن بعنوان حافظ ترمز بر ضد هم عمل می‌کنند. برای هردو جهت گردش احتیاج به کنترل کننده ترمز می باشد.





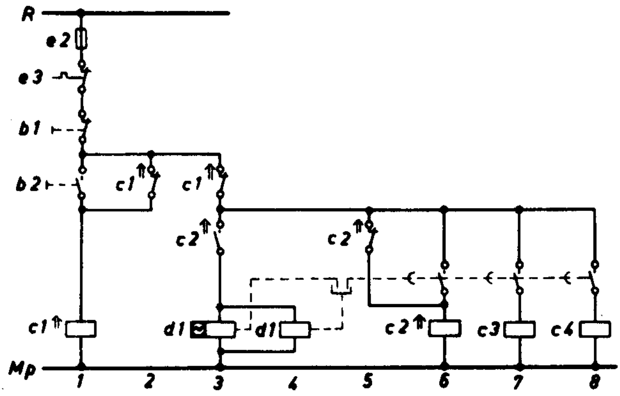
روشن کردن

با فشار دادن b2 حافظ c1 روشن میشود. حافظ c1 در مسیر جریان ۳ متصل کن ــ استارت را روشن می نماید.



روشن کردن اولین مرحله استارت

بعداز گذشت زمان اتصال، کنتاکت d1 در مسیر جریان ۸ حافظ راه انداز c4 را روشن می‌کند.

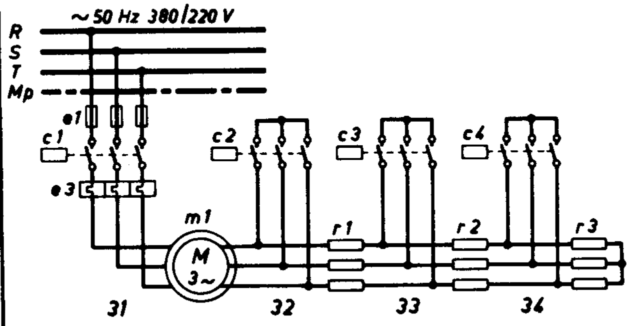


حالت روشن، بعد از استارت

آخرین حافظ استارت c2 اتصال d1 را وصل می‌کند. در این حال موتور به عنوان رتور اتصال کوتاه وصل می‌باشد.

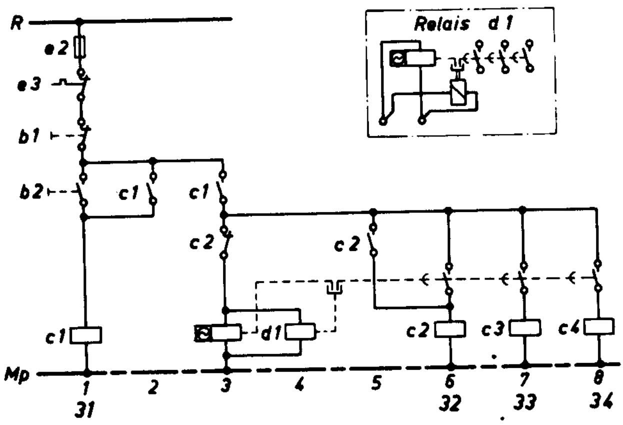
۱۰ ـ مدارهای حفاظتی
۲۰۱۶۰۱۰ ـ روتور سه‌فاز ـ استارت خودکار (اتوماتیک)

پس از این‌که حافظ شبکه **c1** پیچش های استاتور را روشن کرد ، حافظ های استارت یکی پس از دیگری با کمی تاخیر مقاومت‌های استارت را قطع می‌نمایند .



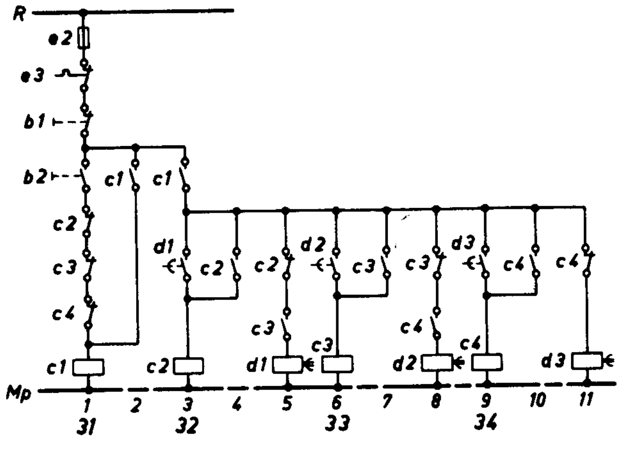
طرز کار دستگاه کنتاکت استارت

یک موتور یک فاز به‌وسیله ارتباط مغناطیسی با دستگاه کنتاکت در رابطه است . با وصل کردن به‌برق وصل کننده‌ها یکی پس‌از دیگری به ترتیب شروع به‌کار می‌کنند .



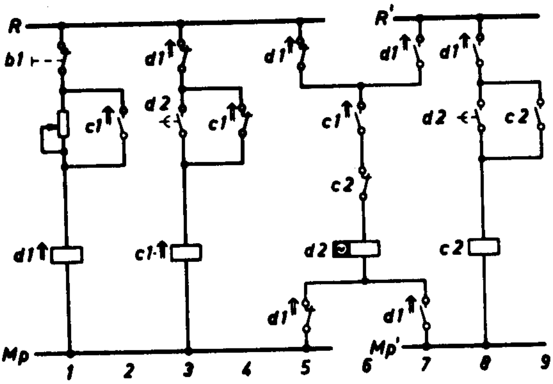
فرمان استارت بوسیله رله تاخیری

به‌جای یک دستگاه کنتاکت می‌توان از رله‌های زمانی‌که باترتیب معینی وصل می‌شوند استفاده کرد .



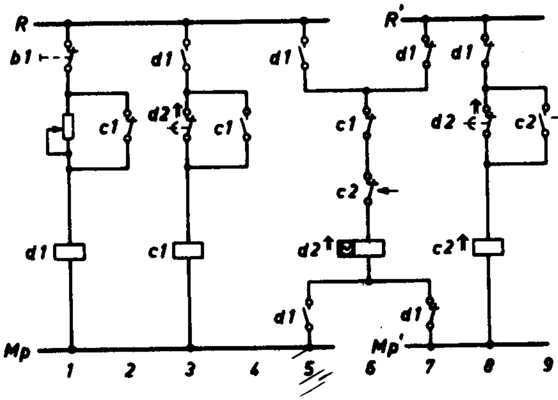
۱۰ — مدارهای حفاظتی

۱۰۱۷۰۱۰ — تغییر اتصال به‌شبکه خودکار (حالت‌های اتصال)



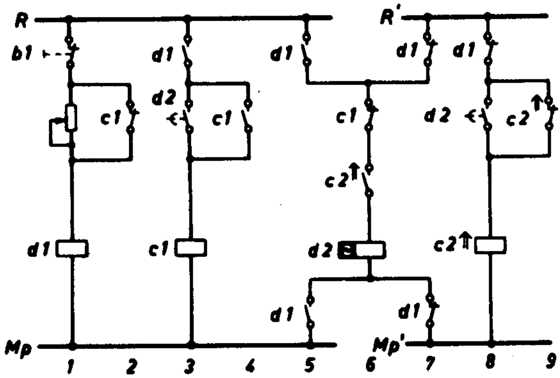
۱ — به‌شبکه اصلی برق متصل است

وقتی این به شبکه وصل شود حافظ c1 مسیر جریان ۶ را باز می‌کند. حافظ کمکی d1 در مسیر جریان ۸ حافظ c2 را از شبکه کمکی جدا می نماید.



۲ — شبکه برق اصلی قطع است

با اتصال وصل کننده c1 در مسیر جریان ۶، و d1 در مسیر جریان ۷ رله زمانی d2 شروع بکار می‌کند و بعد از گذشت زمان تاخیری d2 در مسیر جریان ۸ حافظ c2 را روشن می‌نماید.



۳ — به‌شبکه برق کمکی وصل میشود

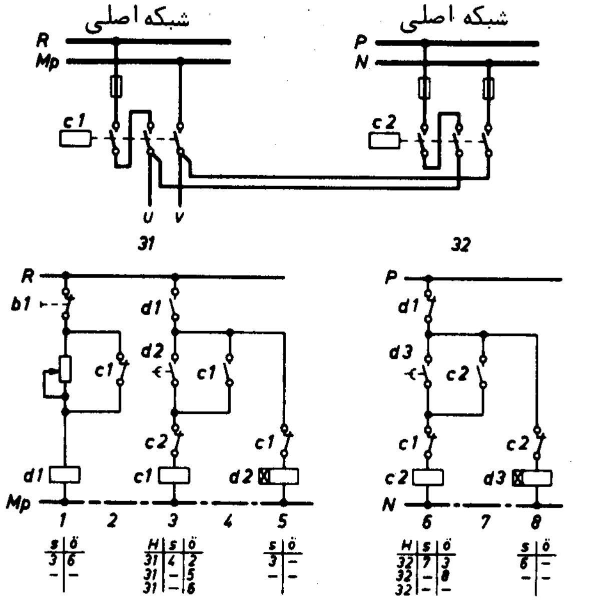
حافظ c2 در مسیر جریان ۶ رله زمانی d2 را قطع میکند. به محض این‌که شبکه اصلی دوباره دارای نیرو شود، تغیر اتصال نیز به‌همان ترتیب انجام می‌گیرد.

۱۰ – مدارهای حفاظتی
۲۰۱۷۰۱۰ – تغییر اتصال به‌شبکه خودکار

تغیر اتصال از یک شبکه جریان متناوب به شبکه جریان مستقیم به طور خودکار.

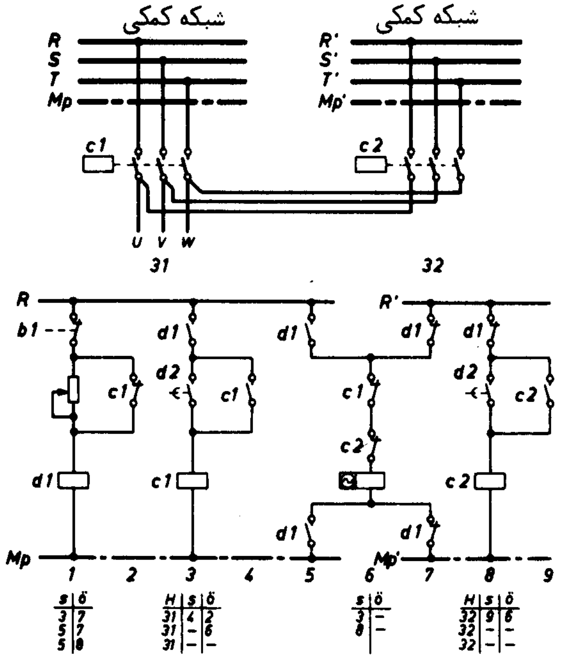
توجه: مدارها معمولا در حالتی که ولتاژ روی آنها نیست رسم شده‌اند.

اگر ولتاژ شبکه اصلی ازکار بیافتد، حافظ کمکی **d1** در مسیر جریان ۶ رله زمانی **d3** را در مسیر جریان ۸ روشن می‌کند. بعداز گذشت زمان تاخیری، به وسیله **c2** شبکه کمکی روشن میشود.
وقتی برق شبکه اصلی دوباره جریان یابد، حافظ کمکی **d1** با تاخیر **d2** دستگاه را دوباره بآن وصل میکند.

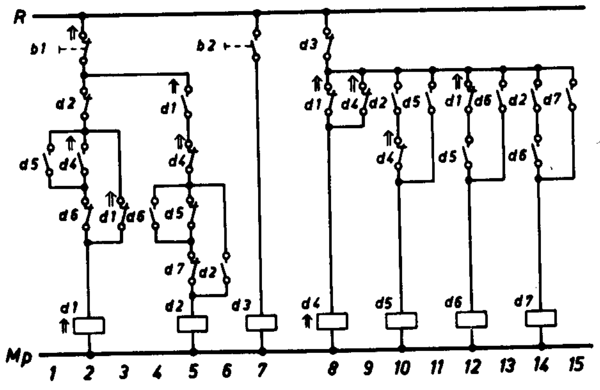


تغیر اتصال شبکه از شبکه سه فاز اصلی به شبکه سه فاز فرعی

برای این‌که به‌علت نوسانات جزئی و کوتاه مدت ولتاژ از تغیر اتصال جلوگیری به‌عمل آید، تغیر اتصال همیشه آهسته انجام می‌گردد.

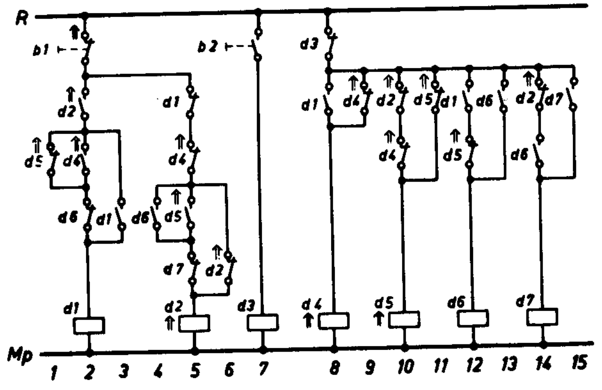


در موقع تشریح طرز کار دستگاه ها هاز رسم فیوزهای فرمانی c5 و حافظ های خازن cl و c4 صرفنظر شده است.



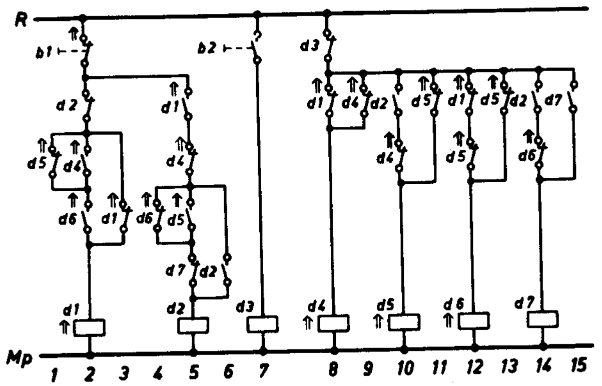
ضربه اول

با بکار انداختن bl ، dl هم وصل میشود و همین‌طور بوسیله وصل کن مسیر جریان ۳ تا موقعی‌که bl وصل است میماند. dl در مسیر جریان ۸ ، d4 را وصل می‌کند. d4 مسیر جریان ۲ را باز مینماید و در مسیر جریان ۵ حافظ ضربه d2 را حاضر برای کار نگه میدارد. حافظ خازن cl روشن می‌شود.



ضربه دوم

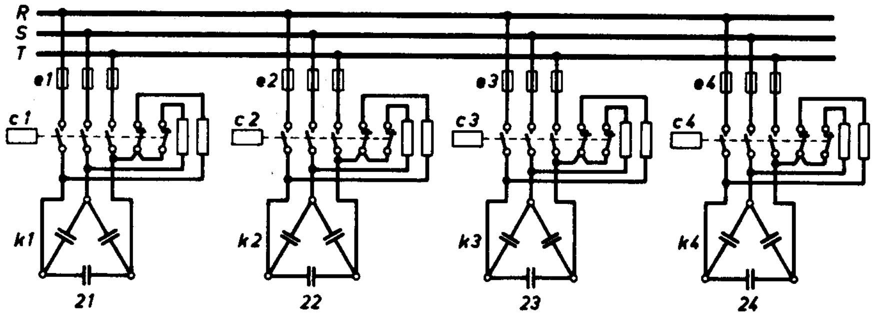
با فشار دادن دوباره bl ، d2 وصل می‌شود. d2 در مسیر جریان ۱۰ حافظ فرمان d5 را وصل می‌کند. حافظ فرمان d5 حافظ ضربه d2 را سد می‌نماید و dl را دوباره آماده برای کار می‌کند. حافظ خازن c2 هم وصل می‌گردد.

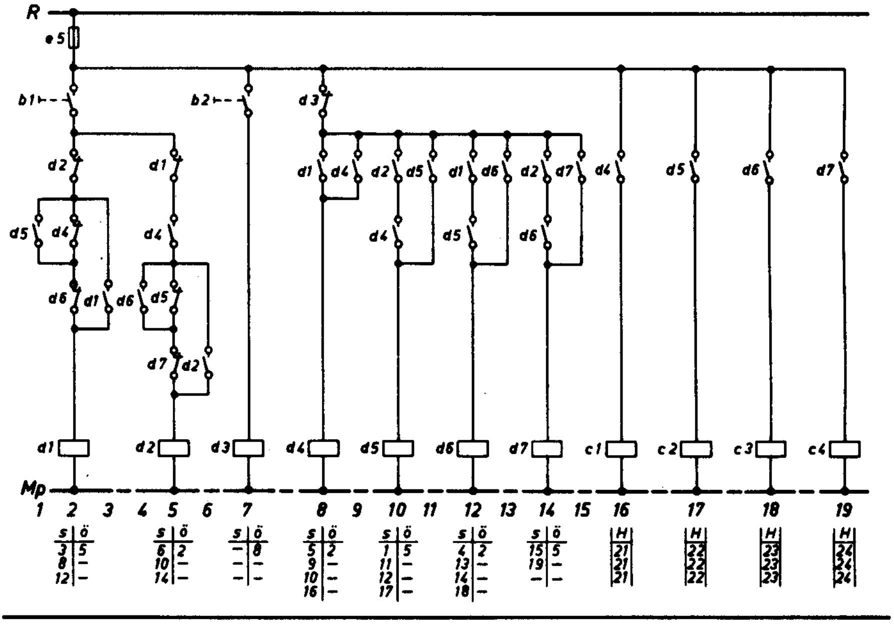


ضربه سوم

حالا دوباره ۱د وصل می‌شود. ۱د در مسیر جریان ۱۲ ، ۶د را وصل می‌کند و ۶د دوباره به‌حافظ ضربه d2 تغیر اتصال می‌دهد. حافظ خازن c3 هم وصل می‌گردد.

۱۰ – مدارهای حفاظتی
۲۰۱۸۰۱۰ – فرمان مرحله‌ای

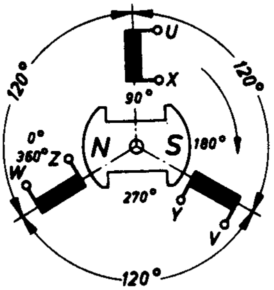


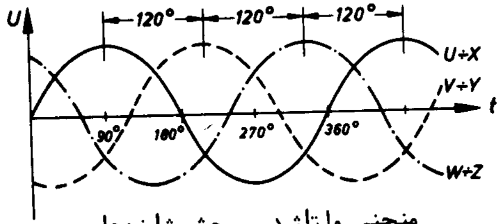


فرمان را می‌توان به تعداد مراحل دلخواه با اضافه کردن هر حافـظ خازنی درست کرد . ولی باید رابطه مناسب بین دو حافظ ضربه‌ای را درست انجام داد .

با فشار دادن تکمه b2 تمام فرمان از کار می‌افتد . با فرمان مناسب ضربه‌ای نیز می‌توان عمل خاموش کردن را مرحله به مرحله انجام داد .

۱۱ ــ ژنراتور جریان متناوب ــ سه‌فاز
۱۰۱۰۱۱ ــ ژنراتور همزمان (سینکرون)

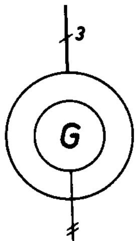




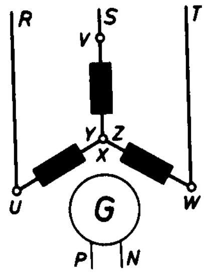
منحنی ولتاژ در پیچش شاخه‌ها

در سه پیچش‌ها که نسبت به هم با زاویه ۱۲۰ درجه قرار گرفته‌اند، با چرخیدن یک نواخت میدان محرکه، سه ولتاژ سینوسی که با هم ۱۲۰ درجه اختلاف فاز دارند القاء می‌شود.

نمایش مختلف ماشین‌ها

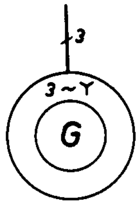


نقشه خلاصه (یک‌قطبی)

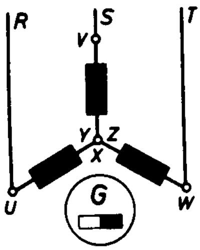


نقشه اتصال موثر

ژنراتور با محرکه الکترومغناطیسی

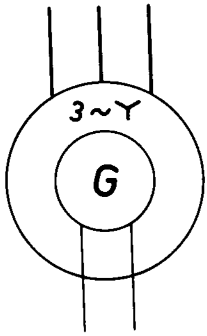


نقشه خلاصه (یک‌قطبی)

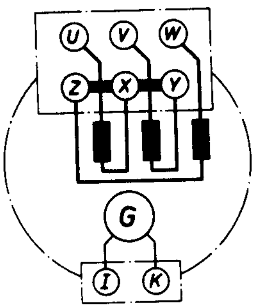


نقشه اتصال موثر

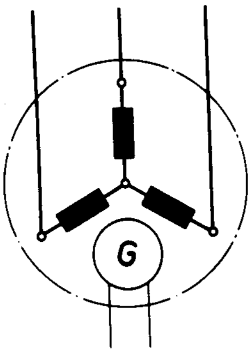
ژنراتور با محرکه مغناطیس طبیعی



نمایش در نقشه خلاصه (یک‌قطبی)



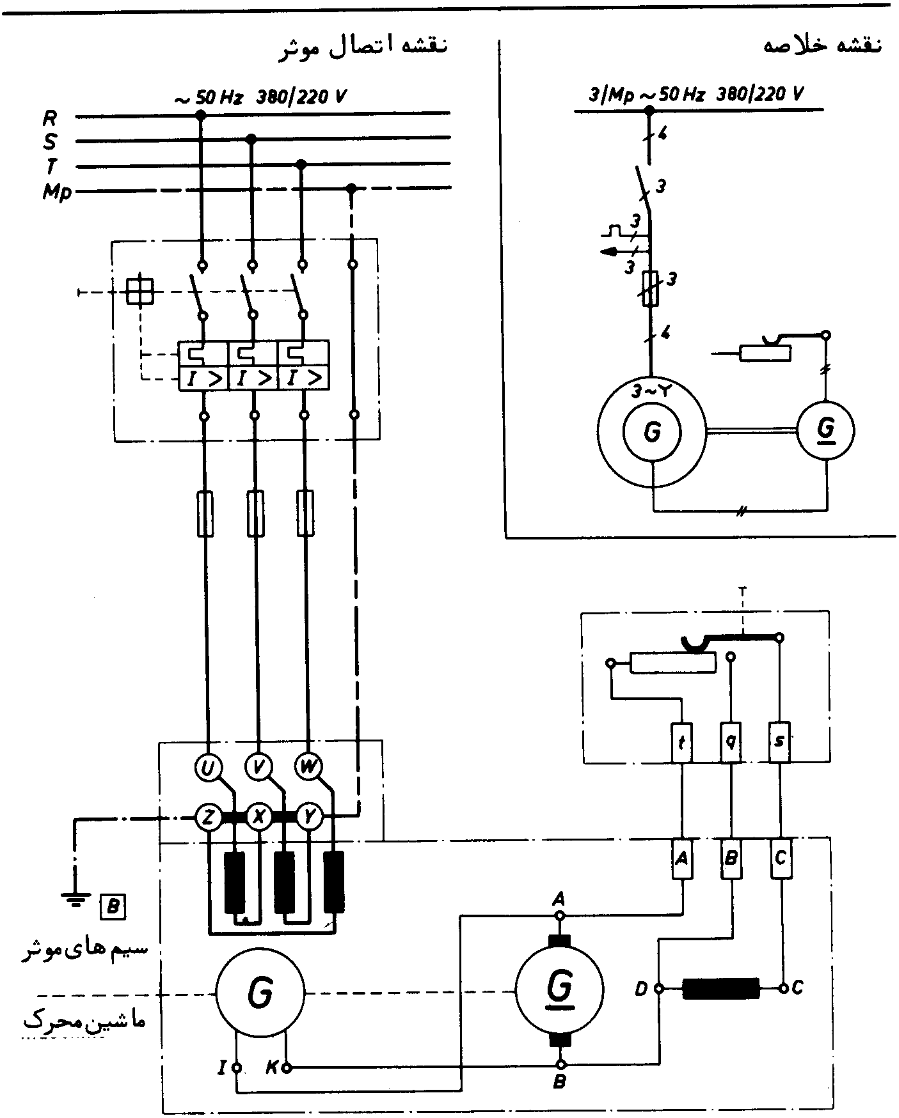
نمایش با بدنه و تابلوی سرسیم‌ها



se نمایش با بدنه

۱۱ — ژنراتور جریان متناوب ـ سه‌فاز
۲۰۱۰۱۱ — ژنراتور همزمان (سینکرون) برای ولتاژ کم با ماشین محرک

انرژی الکتریکی را اگراز محلهای ثابت بگیرند بهتراست تا اینکه از کنتاکتهای تماسی متحرک، دریک ژنراتور، همیشه توان محرک، بسیار کمتراز توان خارج شده است. بهمین علت ژنراتور های جریان متناوب را به عنوان ماشین‌های قطب‌های داخلی (محرک در رتور) می‌سازند.



۱۱ ــ ژنراتور جریان متناوب ــ سه‌فاز
۱۰۲۰۱۱ ــ همزمان (سینکرونیزه) کردن

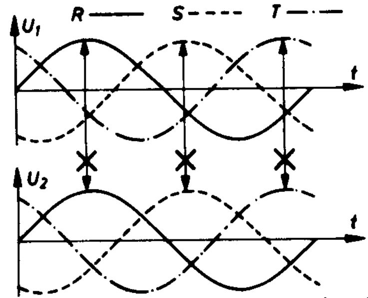
جریان‌های متناوب را فقط در مواقعی می‌توان موازی بست که آنها مساوی و همزمان (سینکرون) باشند.

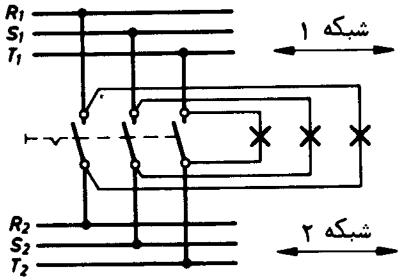
همزمان یا سینکرون یعنی نوسان‌های مساوی و بدون اختلاف فاز.

اگر دو شبکه سه فاز با ولتاژهای متساوی و نوسان‌های مساوی با هم موازی بسته شوند، میتوان اختلاف فاز را به‌وسیله "لامپ‌های مشتعل" از بین برد.

مدار تاریک

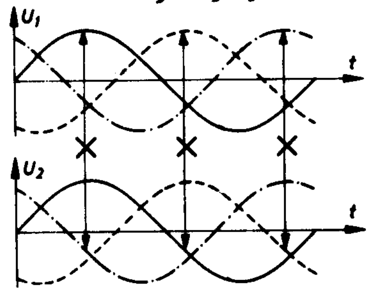
وقتی فازها مساوی باشند لامپها خاموش هستند زیرااختلاف ولتاژ بین دوسیم یکسان صفراست.

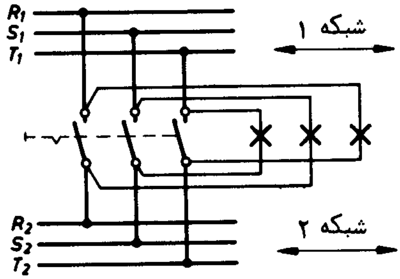




مدار روشن

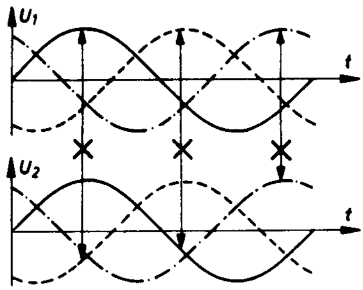
وقتی فازها مساوی باشند لامپ‌ها بسیار روشن می‌باشند، زیرا اختلاف ولتاژ در این مدار با این شرایه به حداکثر خود میرسد.

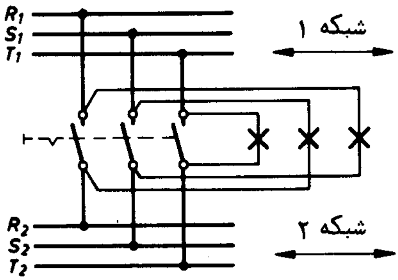




مدار روشن تاریک

در این مدار مختلط وقتی فازها مساوی باشند دو لامپ روشن ویکی خاموش میشود.

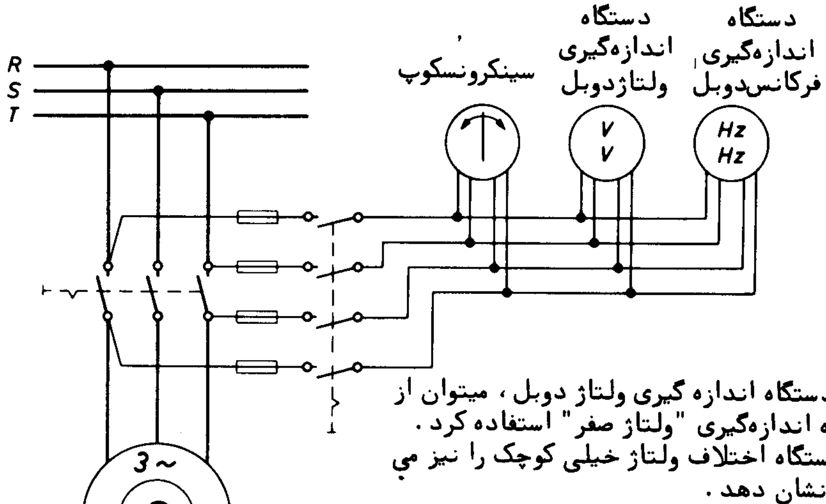




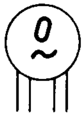
برای هم‌زمان یا سینکرونیزه کردن خیلی دقیق از مدار هم‌زمان کننده استفاده می‌کنند که در اساس مثل مدار تاریک عمل می‌نماید.

یک دستگاه اندازه‌گیری ولتاژ دوبل و یک دستگاه اندازه‌گیری نوسان دوبل روی دو ولتاژ قرار گرفته‌اند و تنظیم اندازه‌های متساوی را ممکن می‌سازند. با اضافه کردن یک هم زمان کننده میتوان لحظه صحیح را برای اتصال بدست آورد. صفحه مدرج آن در وسط صفر (زمان اتصال) و در طرفین آن "خیلی کند" و "خیلی تند" نوشته شده است.

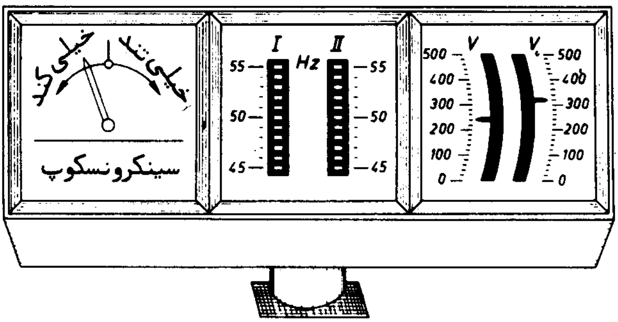
اتصال یک ژنراتور همزمان سه فاز به شبکه



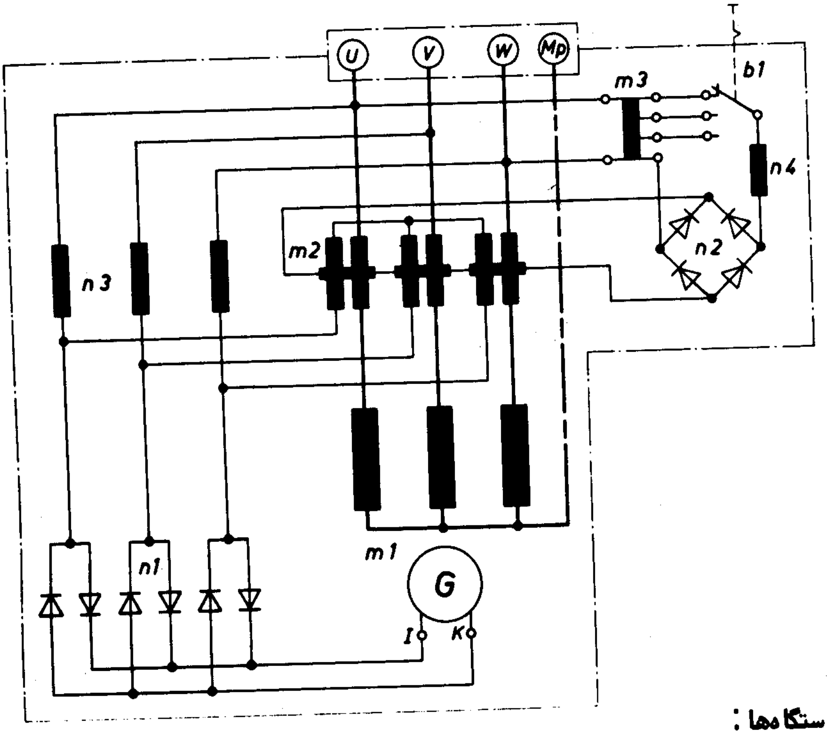
بجای‌دستگاه اندازه گیری ولتاژ دوبل، میتوان از دستگاه اندازه‌گیری "ولتاژ صفر" استفاده کرد. این دستگاه اختلاف ولتاژ خیلی کوچک را نیز می تواند نشان دهد.



دستگاه‌های لازم برای همزمان سازی (سینکرونیزاسیون) را با هم در یک جعبه نصب می‌کنند.



۱۱ ـ ژنراتور جریان متناوب ـ سه‌فاز
۱۱ـ۳ـ۰۱ ژنراتور همزمان (سینکرون) با تنظیم خودکار



لیست دستگاهها :

ml مولد (ژنراتور)
m2 مبدل یا ترانسفورموتور جریانی
m3 مبدل یا ترانسفورموتور صرفه‌ای
b1 کلید انتخابی
nl یک‌سو کننده سه فاز
n2 یک‌سو کننده پل
n3 بوبین محدود کننده
n4 بوبین با هسته دایره‌ای

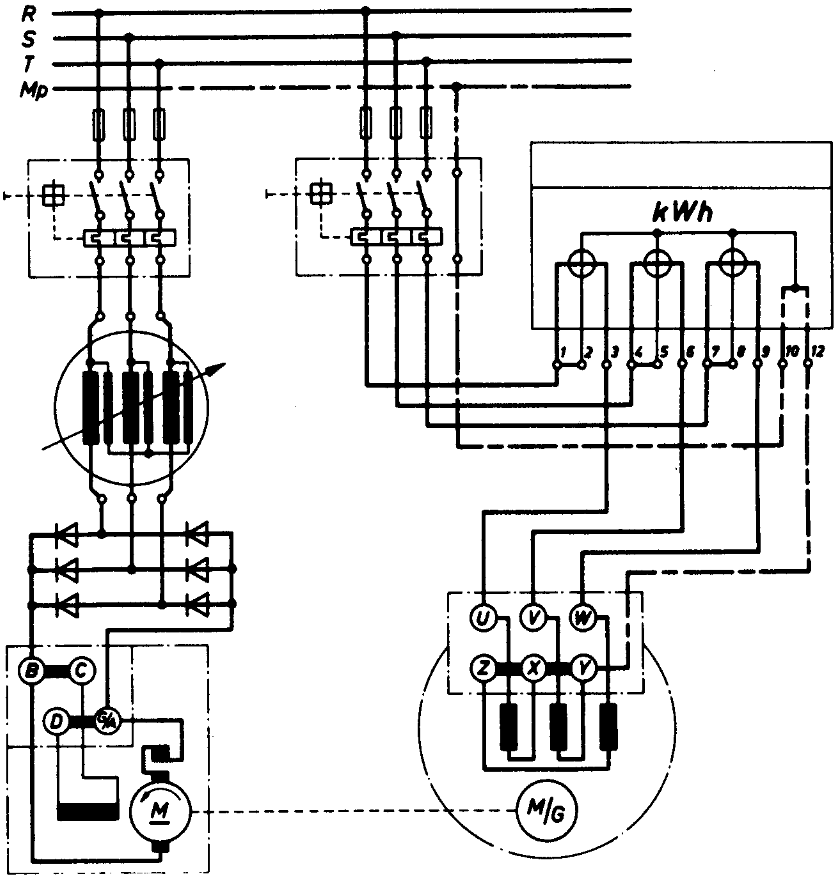
دستگاه تنظیم با مولد تشکیل یک واحد را می‌دهند.
مولد به‌وسیله رمانس چرخ قطب‌ها از طریق بوبین محدود کننده n3 خود را تحریک می‌کند.
در این جا اندازه بوبین محدود کننده را طوری انتخاب می‌کنند که با اندازه ولتاژ مولد متناسب باشد.

حالا اگر از مولد برق گرفته شود، به وسیله یک تحریک کننده دیگر که مقدارش به برق مصرفی بستگی دارد، ولتاژ مولد را ثابت نگه میدارد.

دراین مدار برای تمام محدوده مجاز بار، ولتاژ مولد بین ± ۵ر۱۱ % نوسان می‌کند.
کلید انتخابی bl تنظیم دقیق ولتار مولد را تا ± ۱۰% ممکن می‌سازد.

۱۱ – ژنراتور جریان متناوب ـ سه‌فاز
۲۰۳۰۱۱ – ژنراتور همزمان (سینکرون)

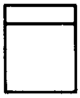
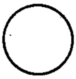
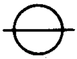
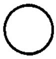
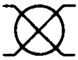
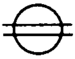
هر موتور غیر هم‌زمان سه فار را می‌توان به عنوان مولد غیر همزمان مورد استفاده قرار داد به شرط این که رتور تند تر از دور اسمی خود چرخانده شود. این نوع مولدها را می‌توان بدون تنظیم ولتاژ، تنظیم فاز و بدون همزمان سازی مستقیم به شبکه موازی متصل کرد.



تا موقعی که موتور سه فاز کندتر از همزمان بچرخد، کنتور برق دریافت انرژی از شبکه را نشان میدهد. در دور همزمان کنتور می‌ایستدو در دور تندتر از همزمان یا سینکرون، کنتور برق در جهت معکوس میچرخد. از مولد در این حالت، انرژی به شبکه داده می‌شود.

۱۲ ـ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری

۱٫۱٫۱۲ ـ علائم اتصال

۱ ـ علائم اتصال دستگاه‌های اندازه‌گیری (اشکال هندسی برحسب فرم بدنه دستگاه انتخاب نشده) .	 بشرح پیش‌ولی بصورت دستگاه شمارش (کنتور) نسبت اضلاع ۱:(۱+۰٫۲۵)	 بشرح پیش‌ولی بصورت ثبت‌کن (نسبت اضلاع ۱:۱)	 دستگاه اندازه‌گیری نشان دهنده
۲ ـ نمایش دستگاه‌های اندازه گیری و فني احتیاج به تشخیص تفاوت آنها است .	 مسیرولتاژ	 مسیرجریان	 عضو سنجش ، بطورکلی
	 برای تشکیل نسبت	 برای تشکیل حاصلضرب	 برای تشکیل مجموع یا تفاضل
۳ ـ علائم شناسائی (میتواند داخل علائم اتصال ۱ تا ۲ رسم شوند . الف) عقربه ب) ثبت و اینرسی ج) نشاندهنده حد	 بصورت ارتعاش (ویبراسیون)	 باانحراف عقربه به‌دوطرف	 نشان دهنده مقدار بطورکلی
	 باماند (اینرسی) زیاد	 باماند یا اینرسی کم	 خط نویس / نقطه نویس
	 ساعت زمان	 جهت گردش میدان	 نشان دهنده حداکثر / نشان دهنده حداقل
۴ ـ مثال‌ها برای نمایش ۱ تا ۳	 ولت متر	 بشرح پیش‌ولی انحراف عقربه به‌دوطرف	 دستگاه اندازه‌گیری بدون مشخص‌کردن مقدار اندازه‌گیری شده
	 ولت‌آمپرسنج‌راکتیو (توان‌کور)	 وات متر (توان اکتیو)	 میلی‌آمپرمتر

تقیم

	W-Var خط نویس دوبل برای ثبت توان واقعی	A آمپرمتر با عقربه یدک کش برای نمایاندن حداکثر، باماندزیاد	V-A-Ω ولت – آمپر – اهم متر

۵ – علائم نوع دستگاه، نوشته‌های روی صفحه دستگاه‌ها.

دستگاه بوبین متحرک		برای جریان مستقیم	—
یکسوکننده (همراه با)		برای جریان مستقیم و متناوب	≂
مبدل حرارتی (همراه با)		برای جریان متناوب*	~
مبدل حرارتی عایق شده (همراه با)		برای جریان سه‌فاز با یک دستگاه سنجش	≋
نسبت سنج با بوبین متحرک		برای جریان سه‌فاز با دو دستگاه سنجش	≋
دستگاه مغناطیسی متحرک		برای جریان سه‌فاز با سه دستگاه سنجش	≋
نسبت سنج مغناطیسی متحرک		علامت طبقه‌بندی نسبت به آخرین مقدار	1,5
دستگاه آهن متحرک		علامت طبقه‌بندی نسبت به طول صفحه	1,5
دستگاه نسبت سنج آهن متحرک		علامت طبقه‌بندی نسبت به عدد صحیح	(1,5)
دستگاه الکترودینامیکی (بدون آهن)		دستگاه موقع کار باید عمودی بایستد	⊥
نسبت سنج الکترودینامیکی		دستگاه موقع کار باید افقی بایستد	⊓
دستگاه الکترودینامیکی (مسدود)		دستگاه موقع کار باید مایل بایستد	∠60°
نسبت سنج الکترودینامیکی (مسدود)		ولتاژ آزمایش ۲ کیلوولت	☆
دستگاه القائی		تذکر برای مقاومت فرعی	
نسبت سنج القائی		تذکر برای مقاومت اولیه جدا	
دستگاه سیم گرم شونده		دستگاه با چتر مغناطیسی (چتر آهنی)	○
دستگاه بیمتال یا دوفلزی		دستگاه با چتر الکترواستاتیک	
دستگاه الکترواستاتیکی		دستگاه استاتیک	ast
دستگاه ویبراسیونی یا لرزشی		توجه (بدستور کار توجه شود)	⚠

مثال

دستگاه برای سه‌فاز ۵۰ هرتز با دو دستگاه الکترودینامیکی، کلاس ۱٫۵ با وضع قرار گرفتن عمودی با ولتاژ آزمایش ۲ کیلوولت؛ اتصال مبدل. جریان اولیه ۵۰ آمپر، جریان ثانویه ۵ آمپر، ولتاژ اولیه ۱۰۰۰ ولت، ولتاژ ثانویه ۱۰۰ ولت.

≋ 50 ⊕ 1,5 ⊥ ☆
50/5A 1000/100 V

* درصورتیکه هیچ فرکانسی داده نشود، فرکانس ۴۵ تا ۶۵ هرتز می‌باشد.

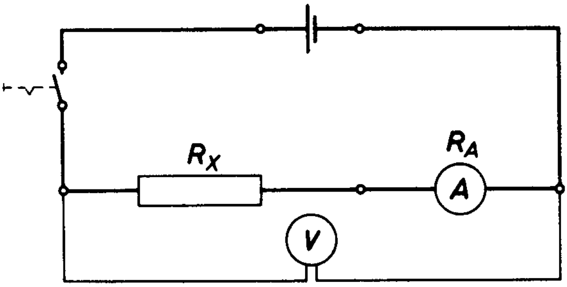
۱۲ ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری

۱۰۲۰۱۲ ــ تعین مقاومت با اندازه‌گیری ولتاژ و شدت جریان

۱ ــ توسط اندازه‌گیری جریان وولتاژ

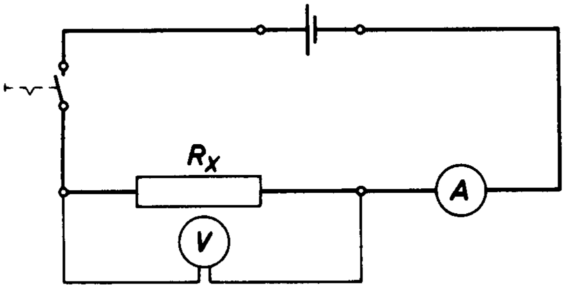
برطبق قانون اهم ، باداشتن ولتاژ و شدت جریان یک مقاومت میتوان آنرا حساب کرد .

الف . مدار اتصال برای مقاومت خیلی‌زیاد دستگاه امپرمترجریانی را که از ولت‌متر می‌گذرد در نظر نمیگیرد .



$R_x = \frac{U}{I}$ $[R_x] = \frac{V}{A} = \Omega$ فرمول دقیق‌تر: $R_x = \frac{U - I \cdot R_A}{I}$

ب . مدار اتصال برای مقاومت کم ، ولتمتر ولتارآمپرمتر را درنظر نمی گیرد .



$R_x = \frac{U}{I}$ $[R_x] = \frac{V}{A} = \Omega$ فرمول دقیق‌تر : $R_x = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}}$

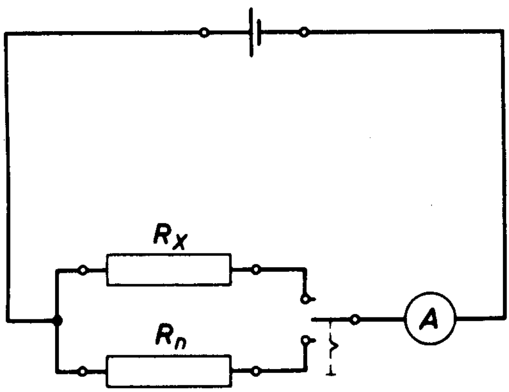
۲ ــ با اندازه‌گیری مقایسه‌ای

الف . مقایسه شدت جریان

با تغییراتصال کلید بکنتاکت پائین در مقاومت معلوم R_n جریان I_n می گذرد . کلید درحالت کنتاکت بالا از مقاومت R_x جریان I_x می‌گذرد . با ولتاژ ثابت و مقاومت کم آمپرمتر نتیجه میشود :

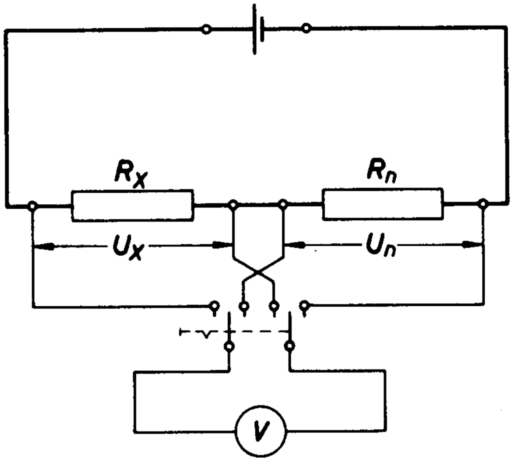
$$I_n \cdot R_n = I_x \cdot R_x$$

$$R_x = \frac{I_n}{I_x} \cdot R_n$$



ب . مقایسه ولتاژ
مقاومت مجهول R_x با یک مقاومت معلوم R_n سری بسته شده است . افت ولتاژ روی هردو آنها بوسیله یک ولت‌متر اندازه‌گیری می‌شود . وقتی از هردو مقاومت‌ها جریان یک سان بگذرد خواهیم داشت :

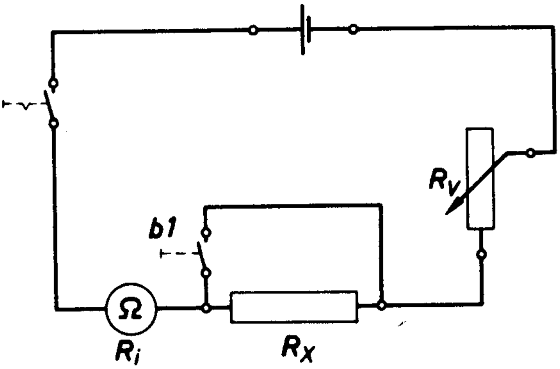
$$\frac{U_n}{R_n} = \frac{U_x}{R_x};\ R_x = \frac{U_x}{U_n} \cdot R_n$$



۳ ـ فقط توسط اندازه‌گیری جریان با ولتاژ ثابت داریم

$$R_x = \frac{1}{I}\cdot$$

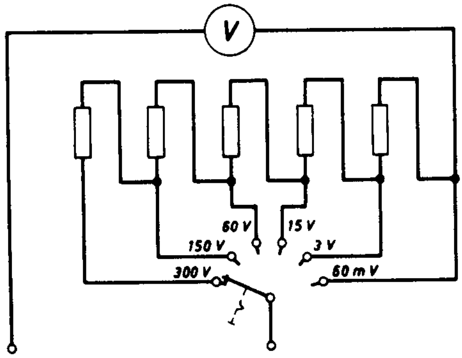
اندازه یک مقاومت را می‌توان با اندازه‌گیری یک‌شدت جریان بدست آورد . با مقاومت‌متغییر قابل تنظیم وکلید دگمه‌ای عقربه‌را روی حداکثر صفحه مدرج میزان میکنیم . اندازه های تقریبی مقاومتها باید حدود : ۱/۱۰ برابر R_i تا ۱۰ برابر R_i باشد.



۱۲ ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری
۱۰۳۰۱۲ ــ دستگاه با چند محدوده مختلف

۱ ــ طرز قرارگرفتن مقاومتهای اولیه برای محدوده‌های ولتاژ

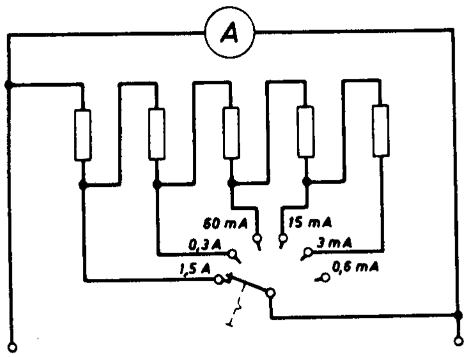
مقاومت‌ها را چنین حساب میکنند:
مقاومت اولیه بر حسب اهم = اهم بر هر ولت ضربدر اختلاف ولتاژ.



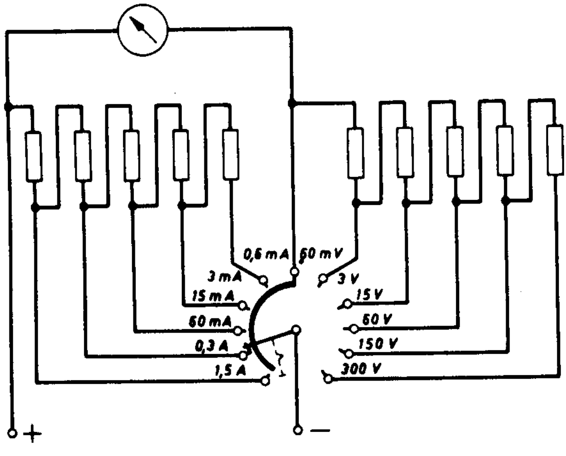
۲ ــ طرز قرارگرفتن مقاومتهای فرعی برای محدوده‌ای جریان.

این مقاومت‌ها باین صورت حساب می‌شوند:

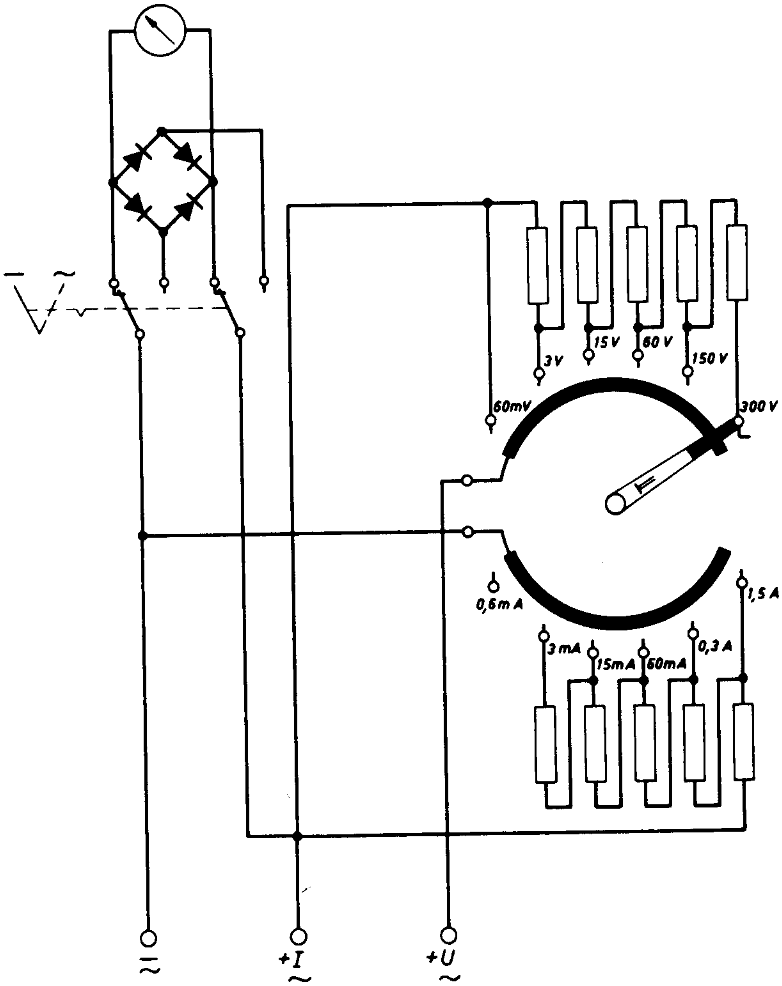
ولتاژ برحسب ولت (V)
شدت‌جریان تفاضل (A)



۳ ــ مدار یک‌دستگاه چند محدوده‌ء برای ولتاژ و شدت جریان مستقیم



۴ ـ مدار یک دستگاه اندازه‌گیری چند محدوده‌ای برای ولتاژ و شدت جریان مستقیم و متناوب
دستگاه اندازه‌گیری بوبین گردان با یکسو کننده



۱۲ـ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری
۱۰۴۰۱۲ ـ اندازه‌گیری مقاومت‌ها با کمک پل اندازه‌گیری

۱ ـ پل وتستون

وقتیکه دستگاه فاقد جریان باشد، پل در حالت تعادل می‌باشد.
طبق قانون دوم کیرشف:

$$I_2 \cdot R_x = I_1 \cdot R_2$$

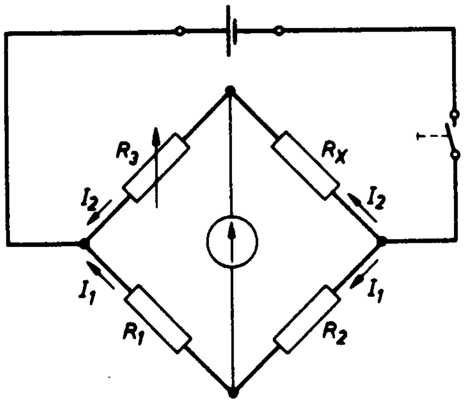
و

$$I_2 \cdot R_3 = I_1 \cdot R_1.$$

با تقسیم دو معادله باهم داریم:

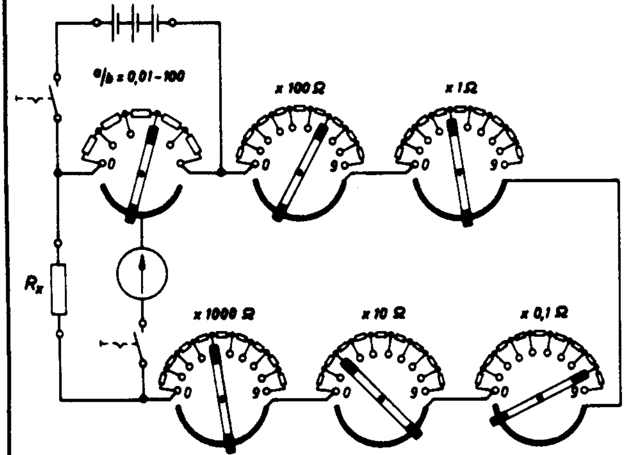
$$\frac{R_x}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}; \; R_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3$$

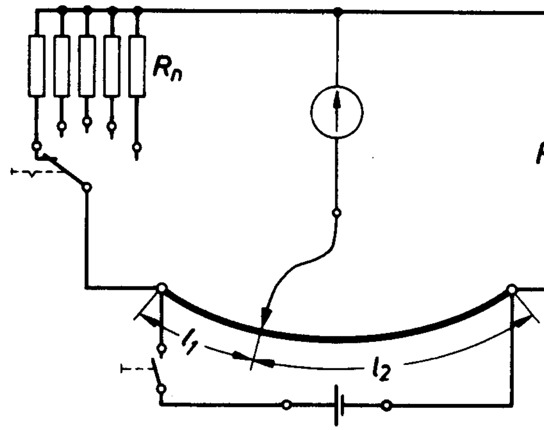
الف. مدار با مقاومت‌های ثابت



ب. پل مقاومت‌های پله‌ای.

مقاومت‌های مقایسه‌ای، دسته‌ای به طور سری بسته شده‌اند و برای آن ها کلیدهای چرخشی در نظر گرفته شده. مقاومت اسمی R_3 از ۱ر۰ تا ۱۰۰ اهم تشکیل شده است.
مقاومت‌های نسبی $(R_2 \; R_1)$ طوری تقسیم بندی شده‌اند که بتوان نسبتهای دکادی ۱۰۰:۱ و ۱:۱۰۰ را انتخاب کرد.
مقاومت اسمی متعادل را باید فقط با یک توان ده ضرب نمود.





ج . پل اندازه‌گیری سیمی .

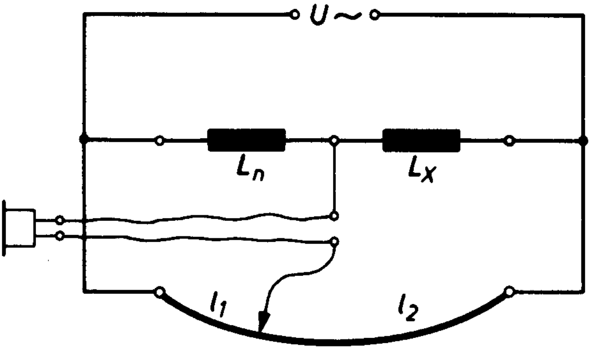
بجای نسبت R_1 به R_2 اگر از یک سیم مقاومتی استفاده شود ، تشکیل پل اندازه‌گیری سیم را میدهد . با کشیدن کنتاکت لغزنده روی سیم نسبت l_1 به l_2 ودر نتیجه مقاومت های آن دو نسبت تغییر می‌کند .

مقاومت مجهول‌را طبق محاسبه زیر بدست می‌آوریم .

$$R_x = \frac{l_2}{l_1} \cdot R_n$$

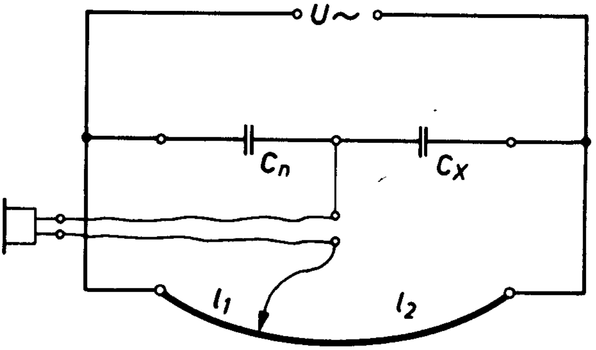
یا

$$R_x = \frac{l - l_1}{l_1} \cdot R_n$$



۲ ـ اندازه‌گیری مقاومت القائی
این اندازه‌گیری بوسیله یک ولتاژ متناوب ۴۰۰ هرتز انجام میشود . بجای گالوانومتر می‌توان از یک گوشی حساس نیز استفاده کرد . وقتی صدا در گوشی حداقل شود ، پل حالت تعادل را دارد .

$$L_x = \frac{l_2}{l_1} \cdot L_n$$



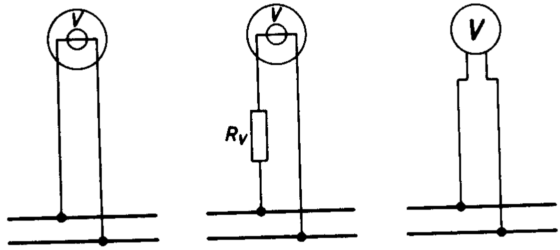
۳ ـ اندازه‌گیری مقاومت خازنی
خازن مجهول C_x را با یک خازن معلوم ثابت مقایسه میکنند .وقتی پل متعادل شود داریم :

$$C_x = \frac{l_2}{l_1} \cdot C_n$$

۱۲ ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری
۱۰۵۰۱۲ ــ اتصال ولت‌مترها

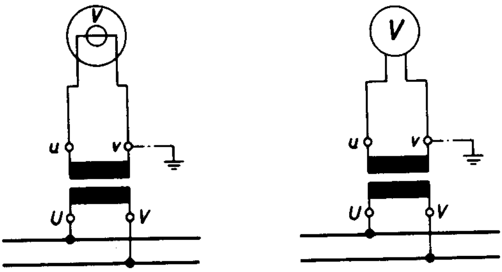
۱ ــ ولتمتر برای اتصال متغییر

ولتمترها را در یک دستگاه بنقاطی نصب می‌کنند که بخواهند تفاضل ولتاژ آن نقاط را اندازه بگیرند. یعنی همیشه موازی مصرف کننده ها قرار دارند. اگر دستگاه را مستقیم ویا بامقاومتها برای توسعه محدوده اندازه‌گیری ببندیم ، این اندازه‌گیری را مستقیم می‌نامند.



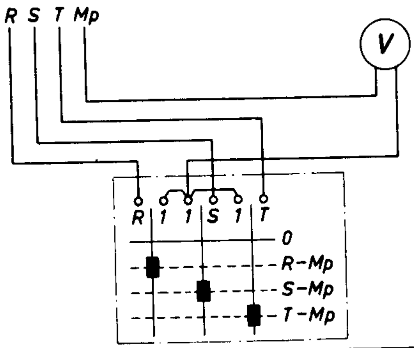
۲ ــ ولتمتر برای وصل بمبدل‌ها

ولتاژهای بالاتر از ۶۰۰ را در مدار های جریان متناوب از طریق مبدل ها اندازه می‌گیرند. این مبدل‌ها ولتاژهای بالا را به ۱۰۰ ولت تنزل میدهند. پیچش اولیه مبدل ولتاژ UV نامیده میشود ، و پیچش ثانویه را uv نامیده‌میشود ، وپیچش ثانویه نقطه v باید بزمین وصل کرد.



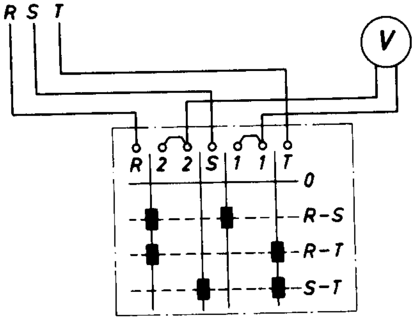
۳ ــ تغییر دهنده اتصال اندازه‌گیر ولتاژ

برای اندازه‌گیری ولتاژ بین سیم خارجی و سیم میانی جریان سه‌فاز. ولتمتر بوسیله یک‌سیم مستقیم به سیم میانی وصل است. سیم های دیگر را بوسیله کلید تغییر اتصال می‌توان به دلخواه به دو ولتمتر وصل کرد.



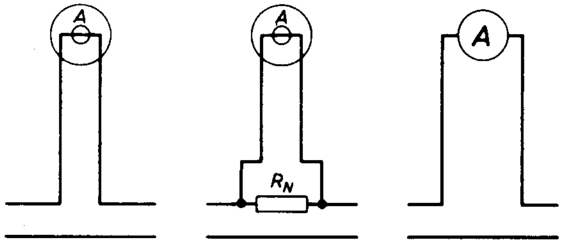
۴ ــ کلید تغییر اتصال اندازه گیر ولتاژ

برای اندازه‌گیری ولتاژ بین سیمهای خارجی یک جریان سه فاز دستگاه با دو قطب به کلید وصل می‌شود.

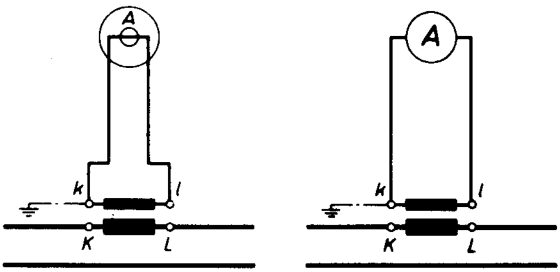


۱۲ ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری
۲۰۵۰۱۲ ــ اتصال آمپرمترها

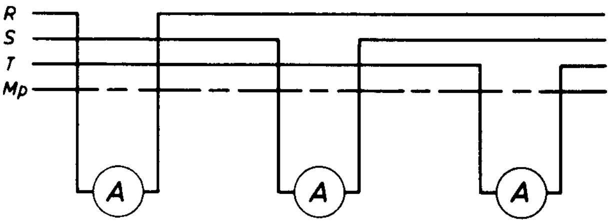
۱ ــ آمپرمتر برای اتصال مستقیم
امپرمترها در سیمی قرار داده می شوند که بخواهیم جریان آن سیم را اندازه بگیریم . باید با مصرف کننده‌ها همیشه سری بسته شوند .



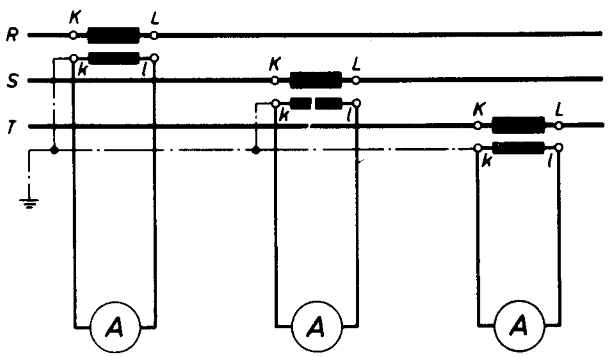
۲ ــ آمپرمتر برای اتصال به مبدل
جریان‌های متناوب خیلی زیاد را بوسیله مبدل اول تبدیل میکنند . بطوریکه دردستگاه حداکثر ۵ آمپر جریان باشد .



۳ ــ اندازه‌گیری شدت جریان بطور مستقیم برای سیم‌های خارجی جریان سه‌فاز .



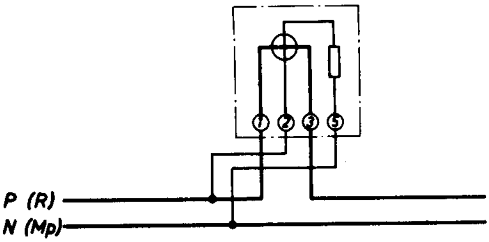
۴ ــ اندازه‌گیری شدت جریان بطور غیر مستقیم برای سیم‌های خارجی جریان سه‌فاز .



۱۲ ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری
۱۲ـ۶ـ۱۰ ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری توان موثر

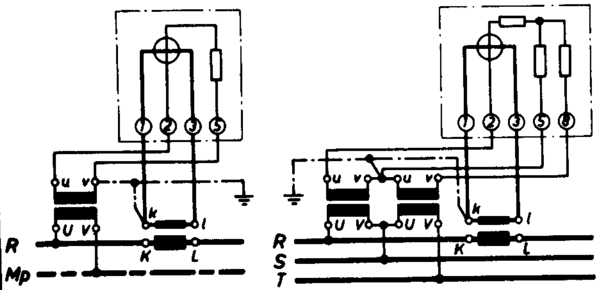
۱ ــ توان سنج برای جریان مستقیم توان سنج موثر برای جریان متناوب یک‌فاز

سیم‌های ولتاژ را بر حسب دین ۳۴۸۵۷ قبل از سیم‌های جریان وصل می‌کنند. (جهت جریان از چپ براست) .



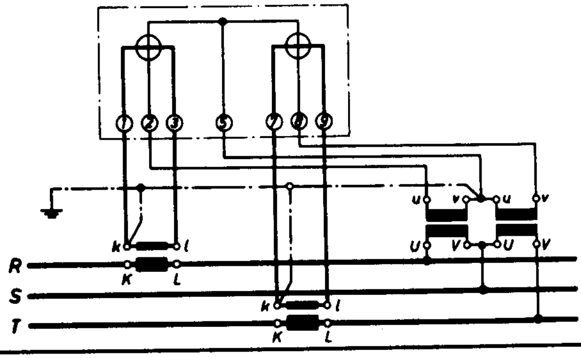
۲ ــ اندازه‌گیری توان موثر با مبدل

طرف ثانویه مبدل‌ها را باید همیشه با هم بزمین وصل کرد .

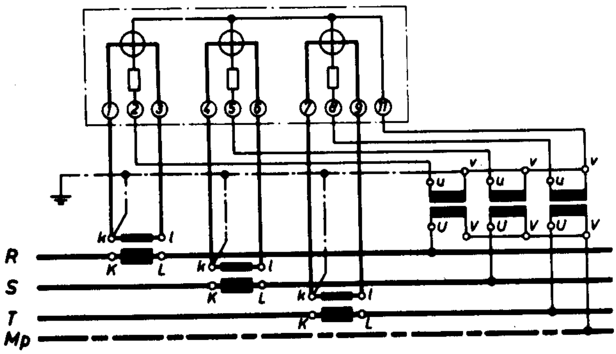


۳ ــ اندازه‌گیری توان موثر برای جریان سه‌فاز با دو دستگاه و مدار آرون (سه سیم) .

$$P = U_{RS} I_R + U_{TS} I_T$$

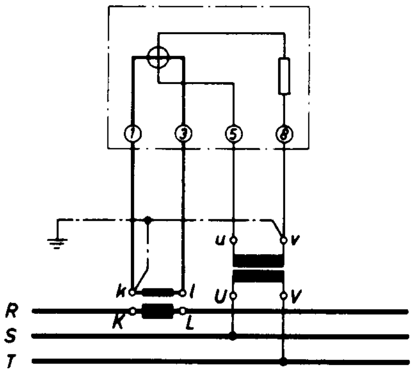


۴ ــ اندازه گیری توان موثر برای جریان سه‌فاز با سه دستگاه (چهار سیم) .

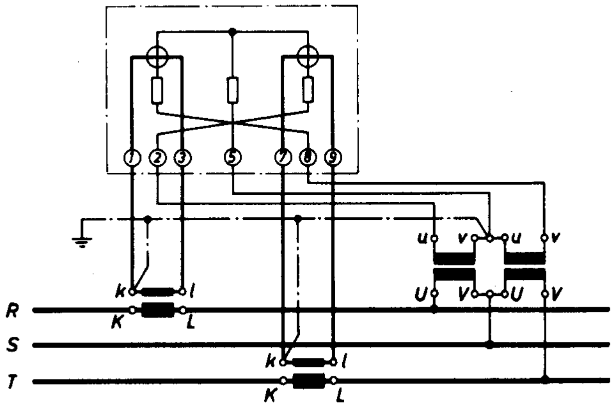


۱ ــ اندازه‌گیری توان کور جریان سه‌فاز سه‌سیم بابارهای مساوی با یک سیستم دستگاه اندازه گیری

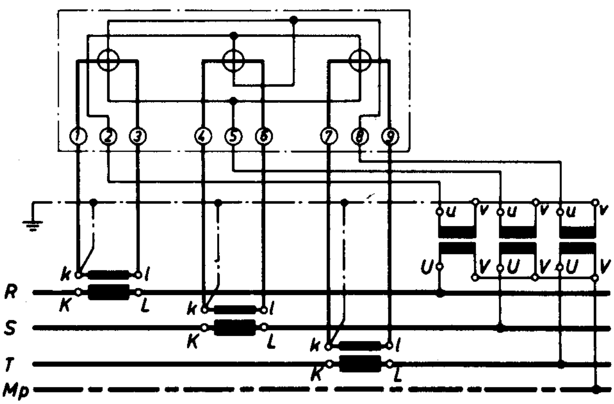
توان کور شبکه تشکیل شده است از جریان در داخل سیم خارجی R و ولتاژ با ۹۰ درجه اختلاف فاز بین دو سیم S و T.



۲ ــ اندازه گیری توان کور جریان سه فاز سه سیم با بارهای دلخواه با دوسیستم اندازه . گیری

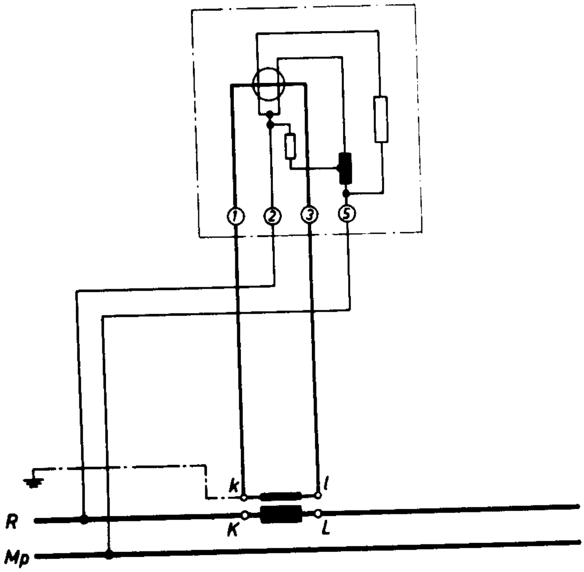


۳ ــ اندازه گیری توان کور جریان سه فاز چهار سیم با بارهای دلخواه با سه سیستم دستگاه اندازه گیری.



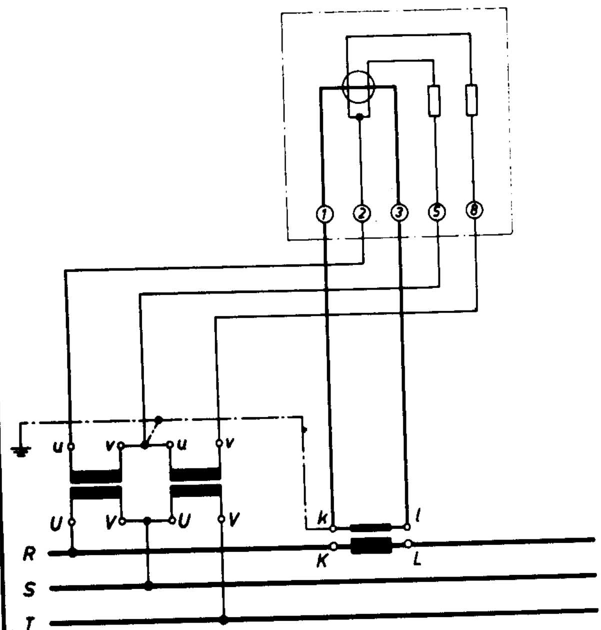
۱ ــ اندازه‌گیری فاکتور توان جریان متناوب یک فاز برای اتصال به مبدل

این دستگاه اساسا مثل دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی بسته می‌شوند. تغیر فاز لازم جریان پیچش‌های ولتاژ را بوسیله پیچش های محدود کننده و مقاومت‌های اهمی انجام میدهند.



۲ ــ دستگاه اندازه گیری فاکتور توان جریان سه فاز سه سیم برای اتصال بمبدلهای جریان و ولتاژ

در جریان سه فاز ولتاژ با تغییر زمانی را مستقیما از شبکه میگیرند.

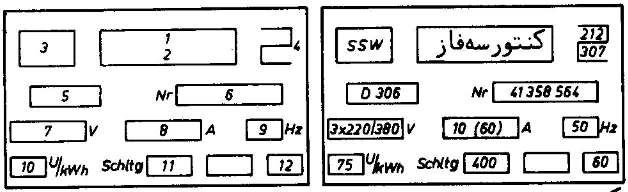


تابلوی توانی کنتور

داده‌های لازم برطبق ۴۱۸ه۰ فادآ

۰۱ واحد
۰۲ نوع کنتور
۰۳ سازنده
۰۴ شماره جواز
۰۵ نوع دستگاه
۰۶ شماره ساخت
۰۷ ولتاژ اسمی
۰۸ جریان اسمی
۰۹ فرکانس اسمی
۰۱۰ اعداد ثابت کنتور
۰۱۱ شماره مشترک
۰۱۲ مدل

مثال



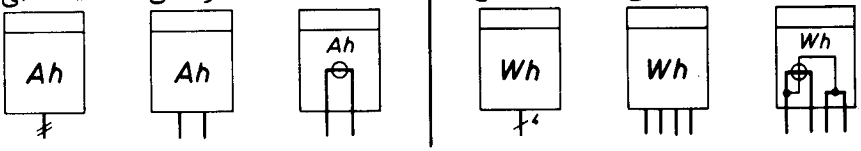
ساختمان مدار شمار

		معنی اعداد	محل اعداد
اساس کنتور	۱	کنتوریک‌فاز یک‌قطبی جریان متناوب	1
	۲	کنتوریک‌فاز دوقطبی جریان متناوب	
	۳	کنتورسه‌فاز سه‌سیم	
	۴	کنتورسه‌فاز چهارسیم	
	۵	کنتوروات ساعت یک‌قطبی جریان مستقیم	
	۶	کنتوروات ساعت دوقطبی وسه‌سیم جریان مستقیم	
	۷	کنتورآمپرساعت جریان مستقیم	
سرسیم‌های اضافی برای دونوع تعرفه	۰	کنتوربدون سرسیم‌های اضافی	2
	۱	کنتوربا سرسیم‌های اضافی برای دونوع تعرفه	
	۲	کنتوربا سرسیم‌های اضافی برای رهاکننده حداکثر	
	۳	کنتوربا سرسیمهای اضافی برای دونوع تعرفه‌وحداکثر	
نوع اتصال کنتور	۰	اتصال مستقیم	3
	۱	اتصال به‌مبدل جریان	
	۲	اتصال به‌مبدل جریان وولتاژ	
	۳	اتصال به‌مقاومت‌های فرعی	

علائم اختصاری کنتورها

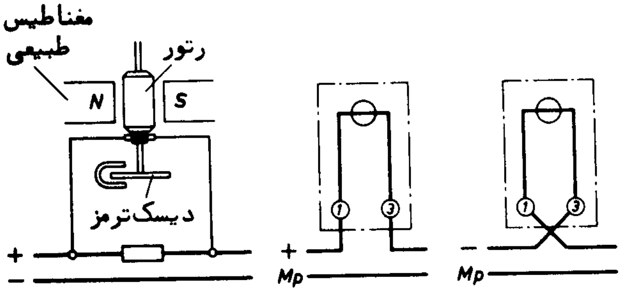
کنتوروات ساعت — کنتورآمپرساعت

علامت اتصال — علامت اختصاری اتصال: دوقطبی، یک‌قطبی



۱ . کنتور آمپرساعت جریان مستقیم

کنتور، یک موتور با کار مغناطیسی است. ممان مثل دستگاه اندازه گیری بوبین چرخان، بوسیله جریان داخل پیچش رتور و میدان مغناطیسی مغناطیس دائمی به وجود می‌آید. جهت چرخش بوسیله جریان رتور تعین می‌شود. سیم‌ها را بهمین علت باید طوری وصل کرد که رتور همیشه در یک جهت بچرخد.

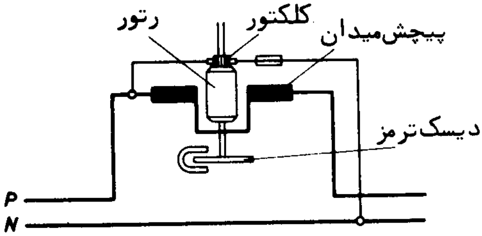


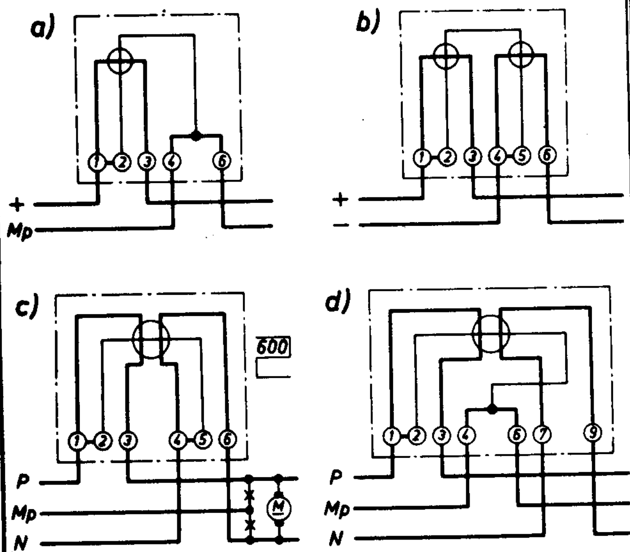
۲ — کنتور وات ساعت جریان مستقیم

ممان مثل یک موتور جریان مستقیم شنت بوجود می‌آید، بوسیله تاثیر مشترک رتورکه ازآن جریان میگذرد و میدان مغناطیسی است.

درجه کنتور ازنوسانات ولتاژ شبکه مستقل است.

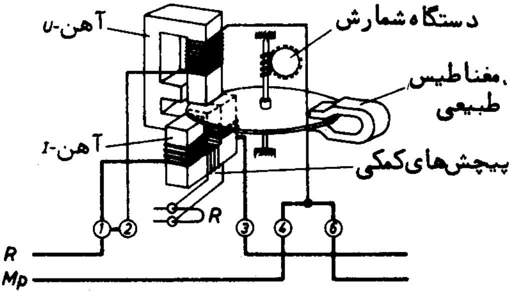
a . کنتور وات ساعت یک قطبی.
b . کنتور وات ساعت دو قطبی.
c . کنتور وات ساعت برای سه فاز و سه سیم.
d . کنتور برای سه سیم جریان مستقیم و سیم میانی.

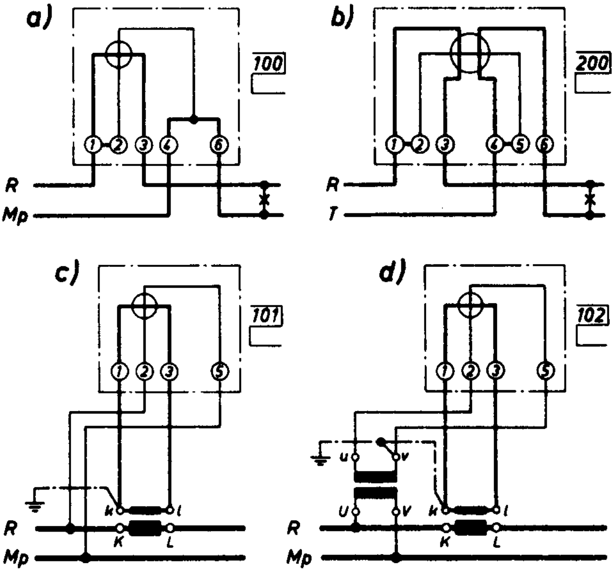




۳ ــ کنتور جریان متناوب یک‌فاز
پیچش ولتاژ برای ولتاژهای تا ۶۰۰ ولت درست شده و پیچش جریان معمولا برای جریانهای ۵ تا ۳۰ آمپر است و برای ولتاژها و جریان‌های بالاتر، از طریق مبدل اتصال می شوند.

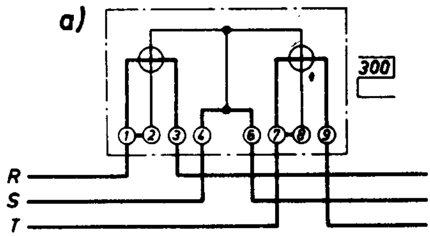
a) کنتور یک فاز جریان متناوب یک قطبی.
b) کنتور یک فاز جریان متناوب دو قطبی.
c) کنتور یک فاز جریان متناوب برای اتصال به مبدل.
d) کنتور یک فاز جریان متناوب برای اتصال به مبدل جریان و ولتاژ.





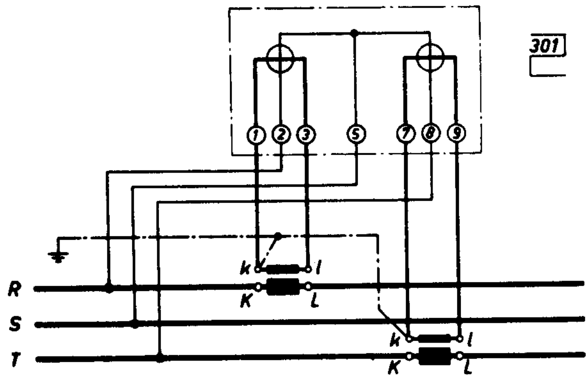
۴ ــ کنتور جریان سه فاز
تشکیل شده است از چند کنتور جریان یک فاز که همه در حول یک محور می‌چرخند. در نتیجه ممانها با هم جمع می‌شوند و تمام انرژی جریان معلوم میگردد.

a) کنتور جریان سه فاز سه سیم

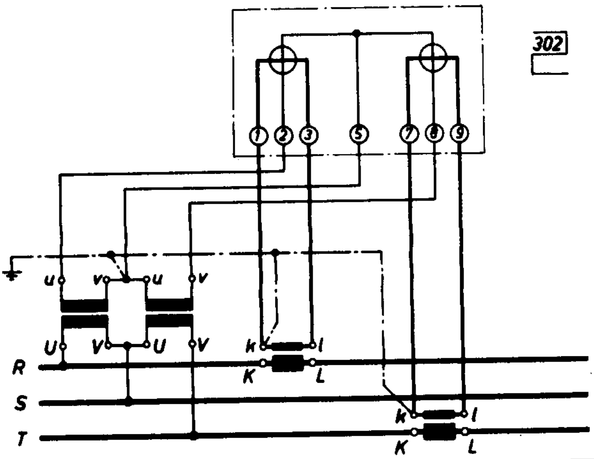


۱۲ — دستگاه‌های اندازه‌گیری و مدارهای اندازه‌گیری
۱۰۹۰۱۲ — کنتور برق

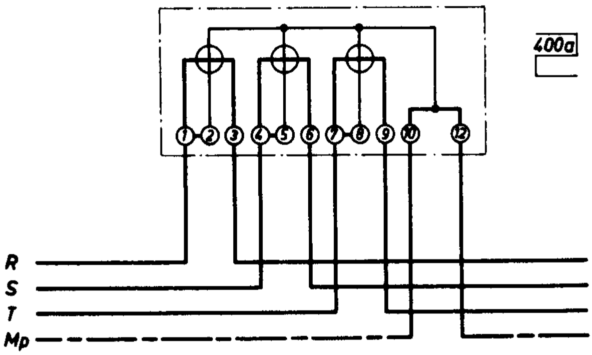
الف کنتور سه فاز سه سیم برای اتصال به مبدل جریان.



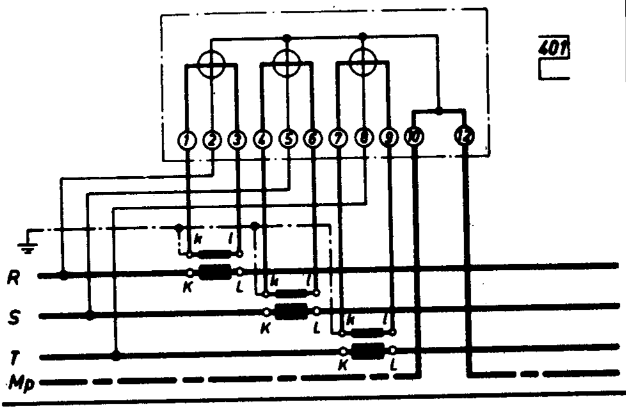
ب کنتور سه فاز سه سیم برای اتصال به مبدل جریان و ولتاژ.



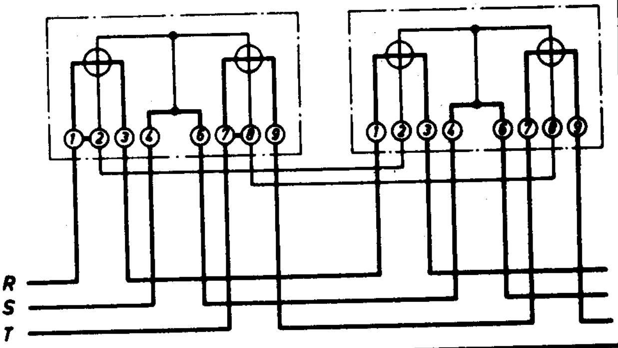
ج کنتور بین المللی برای سه فاز و چهار سیم.



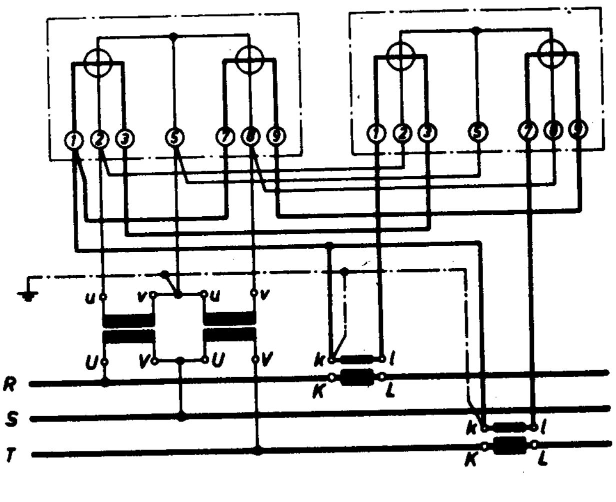
د کنتور بین المللی برای جریان سه فاز چهار سیم برای اتصال به مبدل جریان.



هـ کنتور سه فاز سه سیم در مدار کنترل گروهی یکنواخت.

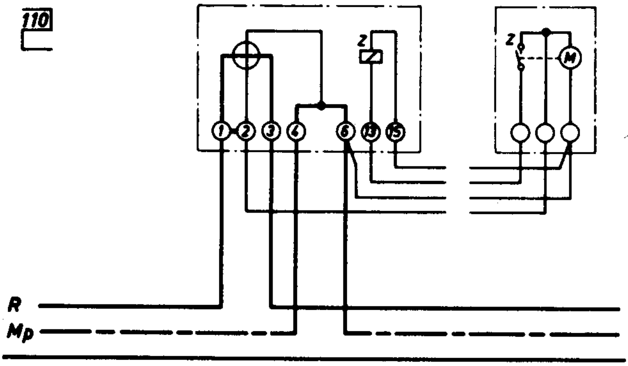


و کنتور سه فاز سه سیم در مدار کنترل مبدل جریان و ولتاژ.

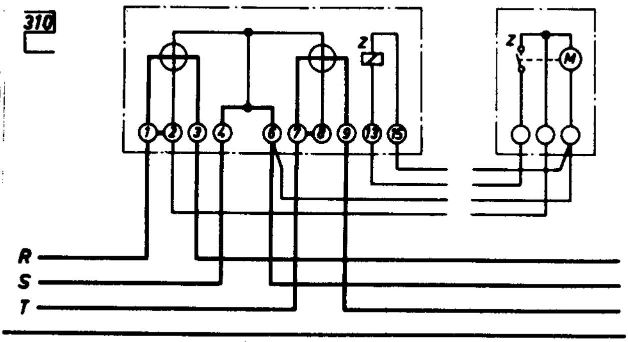


۵ – کنتور با دستگاه دو تعرفه‌ای
این نوع کنتورهارا برای دو دستگاه شمارش جداگانه میسازند. یکی در مواقعی کار میکند که از توربین برق برق زیاد گرفته شود ودومی هنگامی کار می‌کند که مصرف برق شهر کم است.

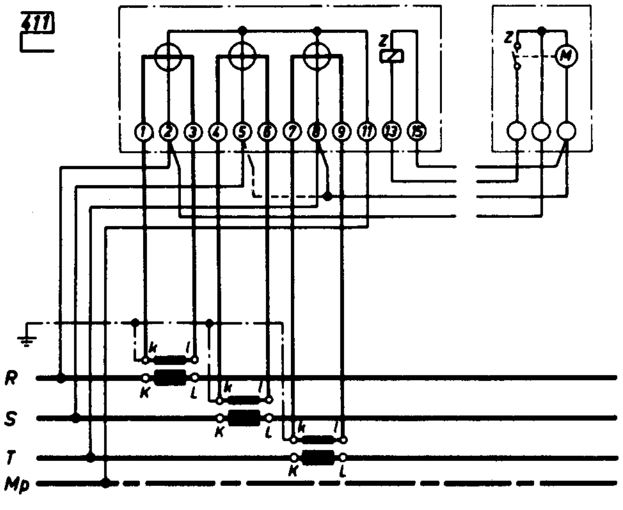
الف کنتور جریان متناوب یک فاز برای اتصال مستقیم.



ب کنتور جریان سه فاز سه سیم برای اتصال مستقیم.
مدار دستگاههای شمارشی برای کنتور دو تعرفه‌ای از یک کلید ساعتی که از کنتور مجزا است تشکیل میشود.



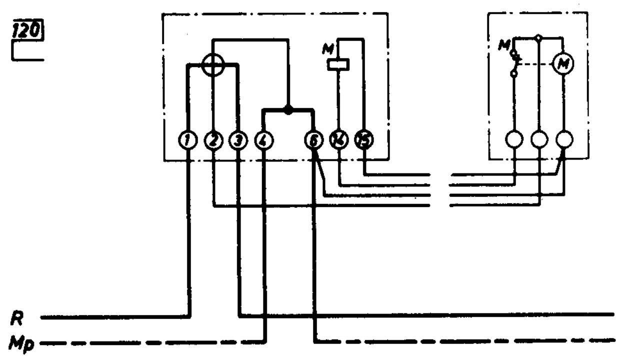
ج کنتور سه فاز چهار سیم با مبدل های جریان.



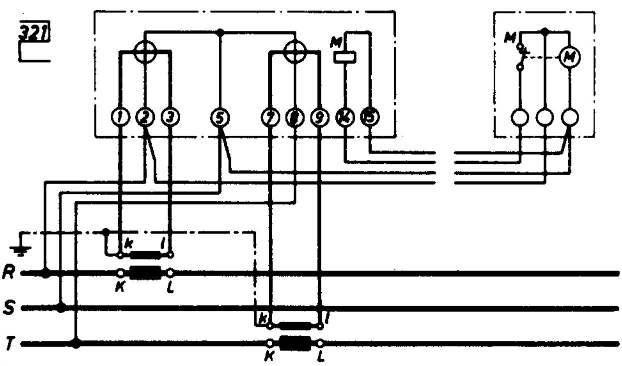
۶ ـ کنتور با کلید حد اکثر

در این نوع کنتورها نیز دو نوع دستگاه شمارش وجود دارد. یکی تمام انرژی الکتریکی را ثبت می کند بر حسب کیلووات ساعت و بعدی بار حداکثر را در پریود نشان می‌دهد.

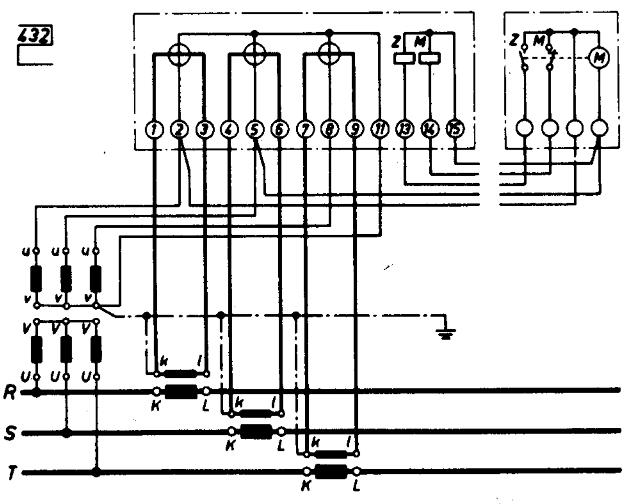
الف کنتور جریان متناوب یک فاز برای اتصال مستقیم.



ب کنتور سه فاز سه سیم با مبدل جریان.



۷ ـ کنتور جریان سه‌فاز چهارسیم با دو تعرفه و کلید حداکثر برای اتصال به مبدل‌های جریان ولتاژ در شبکه و ولتاژ بالا و سه سیمی.



۱۰۱۰۱۳ – رفع پارازیت نوسان بالا

۱ – خازن ضد پارازیت
وظیفه این خازن اینستکه پارازیت حاصل از یک منبع بر روی سیم‌ها را اتصال کوتاه دهد، بدون اینکه اثری روی خواص دستگاه داشته باشد. برای اینکار خازن‌را موازی منبع پارازیت می‌بندند.

a خازن بدون تماس



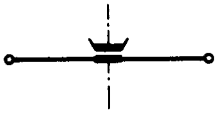
شدت جریان دستگاه از داخل خازن نمیگذرد

b خازن با تماس



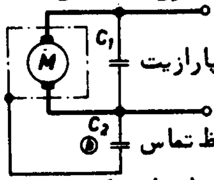
شدت جریان از خازن میگذرد

c خازن حافظ تماس



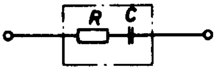
از یک طرف خازن وصل است به جریان و از طرف دیگر به بدنه. (رفع پارازیت خوب).

d خازن نیمه تماس



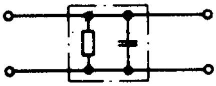
از داخل خازن یک جریانی بطرف زمین میرود. این کار مانع میشود که ولتاژهای خطرناک تماسی بوجود آید. و برای ولتاژهای مستقیم ۸۰ ومتناوب ۴۲ میباشد

e خازن با مقاومت اهمی موازی



مخصوص برای رفع پا پارازیت جرقه کنتاکتها میباشد. (مدار لارسن).

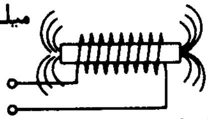
f خازن با مقاومت اهمی سری



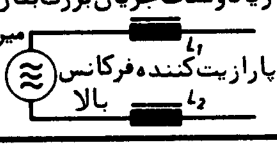
مقاومت موازی (مقاومت دشارژ) مانع از برقراری یک ولتاژ تماسی در موقع قطع دستگاه میباشد.

۲ – سیم پیچ محدود کننده ضد پارازیت
کارشان این‌است که در مقابل ولتاژهای فرکانس بالا یک مقاومت زیاد قرار می‌دهند و پارازیت را از بین می‌برند. معمولا با دستگاه مورد نظر سری بسته می‌شوند.

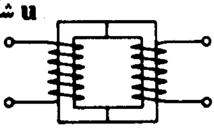
a بوبین محدود کننده با هسته میله‌ای



میدان انحرافی مغناطیسی بزرگ و مقاومت اندوکتیو کوچک میباشد. برای پارازیت فرکانس زیاد و شدت جریان بزرگ بکار میروند.



b بوبین محدود کننده با هسته u شکل



میدان انحرافی مغناطیس کمک، میتوان بعنوان بوبین دوبل و یا تکی استفاده کرد.

(مانع مغناطیسی شدن)

۲۰۱۰۱۳ – رفع پارازیت نوسان بالا

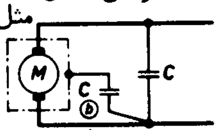
۱ – رفع پارازیت کنتاکتی با خازن
وسائل رفع پارازیت نباید اثری روی دستگاه داشته باشند. بهتر است که دستگاه رفع پارازیت را مستقیما در محلی‌که پارازیت است ببندند. در موقع نصب رفع پارازیت باید توجه داشت که جای آن خوب و محکم باشد. نوع خازن، بستگی به محدوده فرکانس پارازیت دارد.

a رفع پارازیت کلیدهای فشاری



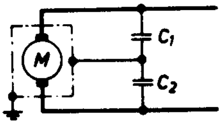
نصب خازن با پیچ و مهره — خازن با حلقه‌نصب — $C \approx 0{,}1$ تا $1{,}0\ \mu F$

b رفع پارازیت دستگاه هائیکه‌بزمین متصل نیستند، مثل جارو برقی.



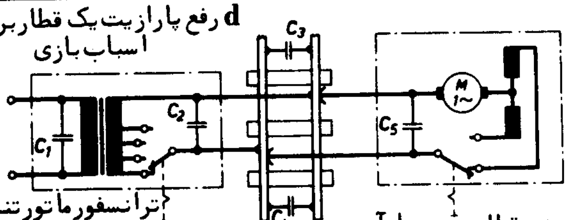
$C_b \approx 2500$ تا $5500\ pF$;
$C \approx 0{,}05$ تا $0{,}4\ \mu F$

c رفع پارازیت موتوری متصل به‌زمین



$C_1 = C_2 \approx 0{,}1$ تا $2\ \mu F$

d رفع پارازیت یک قطار برقی اسباب بازی



ترانسفورماتور تنظیم
$C_1 = 0{,}05\ \mu F$;
$C_2 = 250\ pF$

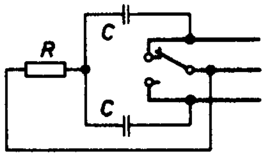
راه‌آهن
$C_3 = C_4 \approx 0{,}1$ تا $0{,}5\ \mu F$

موتورقطار
$C_5 = 0{,}04\ \mu F$

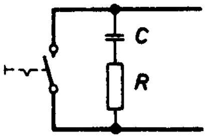
جریان و انرژی حداکثر قسمتهای قابل تماس mWs	قسمتهای قابل تماس mA	قسمتهای غیر قابل تماس mWs	قسمتهای غیر قابل تماس mA	اقدام حفاظتی بر طبق VDE ۰۱۰۰	کار ماشین‌ها و دستگاه‌ها
ندارد		0,5	0,5	اتصال بسیم حفاظتی و یا سیم زمین	با محل متغییر
5	3,5	اتصال خازن‌ها مجاز نیست		عایق‌کردن حفاظتی	
غیر محدود				ولتاژکم	
ندارد		5	3,5	اتصال به‌سیم حافظ (کلاس ۱)	محل ثابت: محکم بسته شده و یا به وسیله
5	3,5	اتصال به خازن‌ها مجاز نیست		عایق‌کردن حفاظتی (کلاس ۲)	
غیر محدود				ولتاژکم (کلاس ۳)	وسائل کشوئی قابل اتصال
ندارد		0,5	0,5	ندارد	
ولتاژ تماس نباید از ۶۵ ولت بیشتر شود				اتصال به‌سیم حافظ (دستگاه‌ها و ماشین‌های کلاس ۱)	محکم بسته‌شده

۲ـ رفع پارازیت جرقه به وسیله عنصرهای RC

مقاومت از تخلیه ناگهانی خازن در موقع وصل کلید جلوگیری می‌کند.

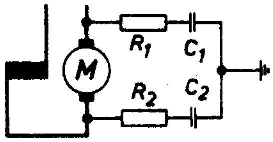


کنتاکت تغییراتصال



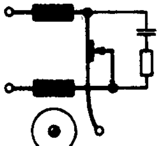
کلیدخودکار، بادست

$C \approx 0{,}1$ تا $1{,}0\ \mu F$; $R \approx 5$ تا $100\,\Omega$



موتورکلکتور

C_1 و $C_2 \approx 0{,}03$ تا $0{,}1\ \mu F$;
R_1 و $R_2 \approx 10$ تا $50\,\Omega$

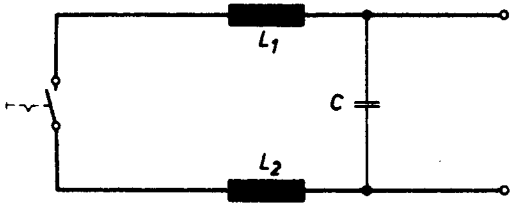


ولتاژعبور

$C \approx 0{,}1$ تا $0{,}5\ \mu F$;
$R \approx 10$ تا $100\,\Omega$

۳ـ رفع پارازیت با عنصر LC (مدار لارسن)

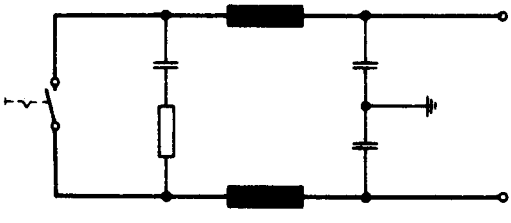
بوبین محدود کننده ضد پارازیت مقاومت داخلی را زیاد می‌کند و بهمین ترتیب اثر خازنها را نیز زیاد مینماید.



$C \approx 0{,}1$ تا $1\ \mu F$; $L_1 = L_2 \approx 0{,}2$ تا $2\ mH$

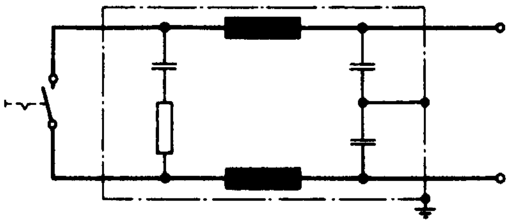
۴ـ خاموش کردن جرقه به وسیله عنصر RC

رفع پارازیت بوسیله بوبین محدود کننده و خازن دو پل.



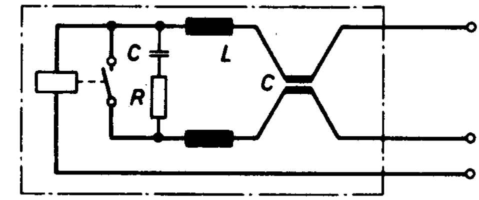
۵ـ خاموش کردن جرقه به وسیله رفع پارازیت از کنتاکتها در بدنه دستگاهی

بوسیله مسدود کردن الکتریکی بدنه می‌توان از عبور پارازیت به دستگاه های دیگر جلوگیری بعمل آورد.



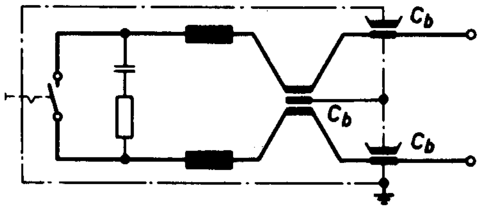
۱۲ – رفع پارازیت
۲۰۲۰۱۳ – رفع پارازیت نوسان بالا

۶ – رفع پارازیت اتومات راه پله‌ها با عنصرهای RC و LC



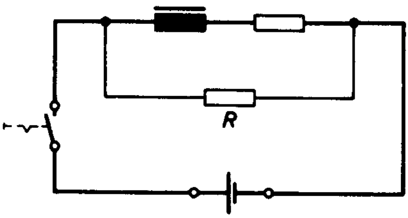
۷ – رفع پارازیت یک کنتاکت در پوسته بدنه

خازن حافظ تماس = C_b



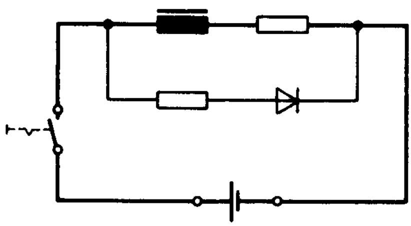
۸ – رفع پارازیت ولتاژ خودالقائی در مدار جریان مستقیم.

برای یک مقاومت بخصوصی برای R، ولتاژ خود القائی روی کنتاکت اثر نمیکند، بلکه روی مقاومت موازی تاثیر می‌گذارد.



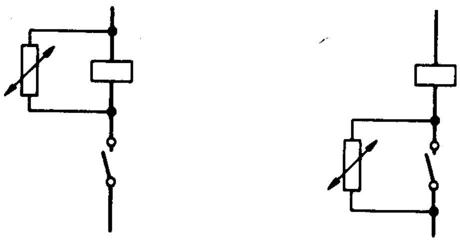
۹ – اتصال یک مقاومت با یک یکسو کننده.

وقتی کلید بسته است، یکسو کننده جریان را بر روی مقاومت می‌بندد.



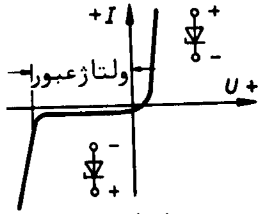
۱۰ – از بین بردن جرقه به‌وسیله مقاومت VDR

برای ولتاژهای تا ۱۱۰ ولت مقاومت با بوبین موازی بسته می‌شود و برای ولتاژهای بالاتـر مناسب تر است است مقاومت VDR را با کلید موازی ببندیم.

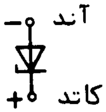


۱۴ــ تکنیک عناصر نیمه هادی
۱۰۱۰۱۴ ــ دیود محدود کننده (دیود یکسو کننده)

در منحنی این دیــود یک شیــب نسبتا تندی‌که حدولتاژ سد و ولتاژ عبور را معین می‌کند دیده میشود. وقتی به‌این ولتاژ سد برسد، دیود هادی می‌شود.

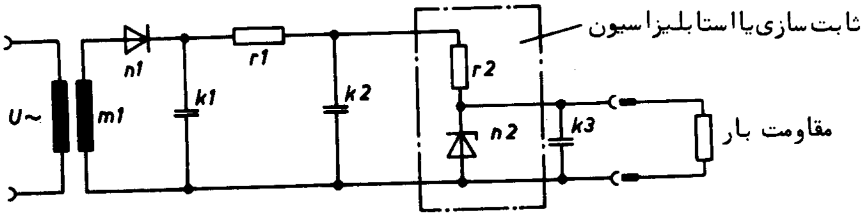


منحنی K



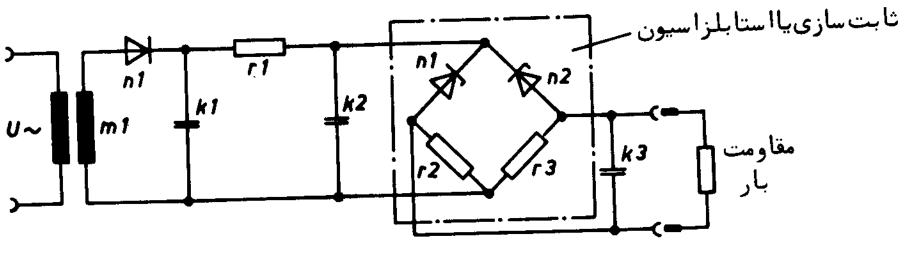
علامت اختصاری

مدار ثابت کننده ساده



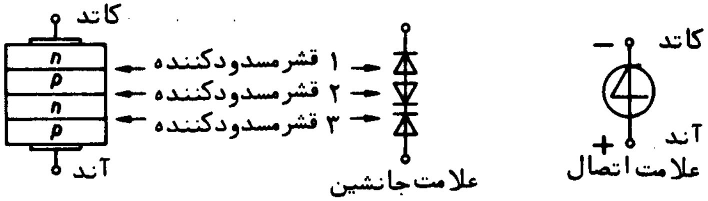
عمل ثابت کردن ولتاژ بوسیله اتصال سری r2 و n2 و k2 انجام می‌شود. خازن k3 جهش های کوتاه مدت بار خارج را ممکن میسازد. ولتاژ ثابت شده از ولتاژ اولیه کوچک‌تر است.

ولتاژ ثابت شده کمتر از ۳ ولت

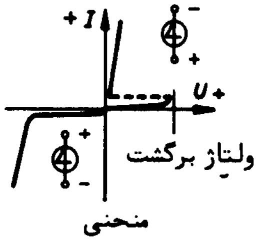


دو دیود محدود کننده دارای ولتاژ عبور مختلف می‌باشند.
برای مثال اگر دیود n2 ولتاژ حدش مساوی ۶ ولت باشد و n1 ۸ ولت، در این صورت بار روی ولتاژ، تفاضلشان ۲ ولت خواهد بود.

۱۴ ــ تکنیک عناصر نیمه هادی
۲۰۱۰۱۴ ــ دیود با چهار قشر

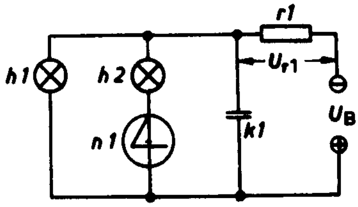


این دیود از چهار قشر نیمه هادی تشکیل شده است . با این وجود آن فقط یک دیود است چون دو محل اتصال دارد .



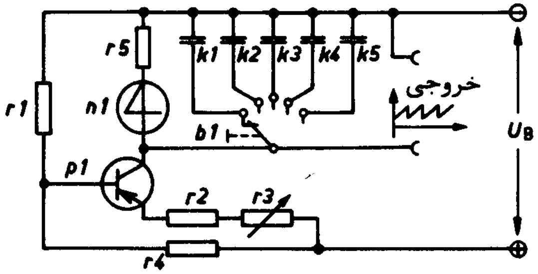
دیود چهار قشر از طرفی تا حدودی ولتاژ را سد می‌کند . اگر جهت جریان (کاتد ــ . آند +) از ولتار عبور زیاد شود ، ولتاژ به‌یک مقدار کوچک پائین میآید . این دیود بنابراین یک کلید است که بوسیله یا با مقدار معینی ضربه ولتاژ مدار را میبندد .

مدار لامپ ایمنی



تا موقعیکه h1 روشن است ، روی دیود چهار قشر ولتاژ $U_B - U_{r1}$ میباشد . وقتی لامپ h1 خاموش شود ، ولتاژ U_{r1} صفر میشود وروی h1 تمام ولتاژ U_B قرار می‌گیرد . دیود چهار قشر مدار را وصل می کند و h2 روشن می‌شود .

ژنراتور دندانه‌اره‌ای

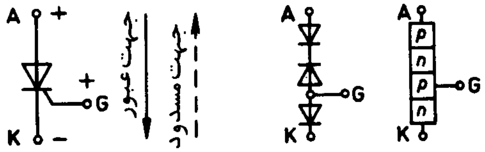


بر حسب وضعیت کلید b1 یکی از خازن‌ها k1 تا k5 با جریان ثابت پر می‌شود ، که با آن ولتاژ خازن خطی زیاد می‌گردد .

این شدت جریان ثابت بوسیله یک ترانزیستور با کوپلاژ ضد قوی به‌دست می‌آید . فرکانس دندانه‌اره‌ای بوسیله کلید چند وضعیتی b1 کلی و بوسیله مقاومت r3 جزئی تنظیم میشود .

۱۰۲۰۱۴ تریستور

تریستور یک دیود سیلیسیوم قابل هدایت میباشد . ساختمان آن مثل دیود چهار قشراست و بر خلاف دیود چهار قشر تریستور در قشر وسطی ه محل اتصال دارد .



شکل‌های جانشین

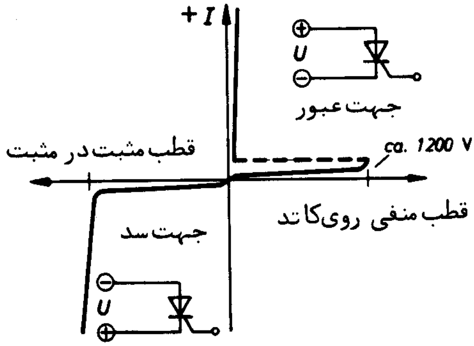
A = آند اتصال به مثبت

K = کاتد اتصال به منفی

G = گیت یا دروازه اتصال برای هدایت مثبت

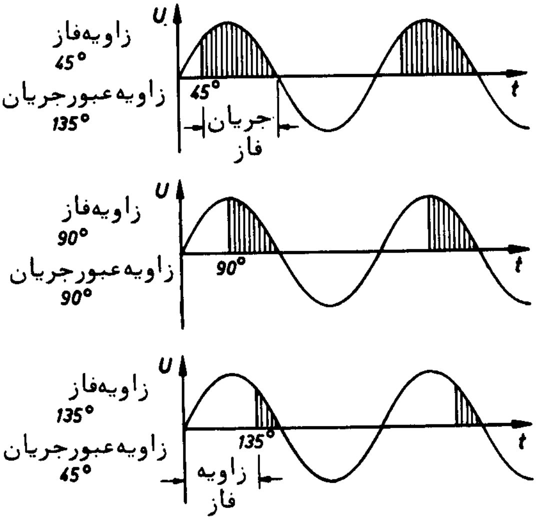
منحنی تریستور

بدون فرمان دادن از طریق گت ، تریستور از هر دو طرف مسدود می کند . بعد از رسیدن به ولتاژ عبور ولتاژ تریستور ۱ تا ۲ ولت پائین می‌آفتد . به نقطه عبور با ولتاژ کم تری نیز می‌توان رسید بشرط اینکه به‌گت یک ضربه کوتاه جریانی (مثلا ۲۰۰ میلی آمپر) داده شود .

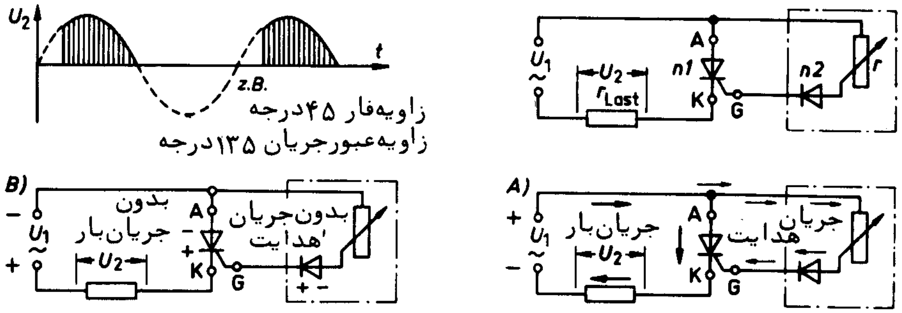


هدایت تریستور

در حالت مدار بسته ، روی شدت جریان ، دیگر اثری بوسیله فرمان نمی‌تواند داشت باشد . با تمام شدن‌نیمتواند داشته‌باشد . باتمام خود نیمه سیکل روشن شده ، مدار خود بخود بسته می شود .



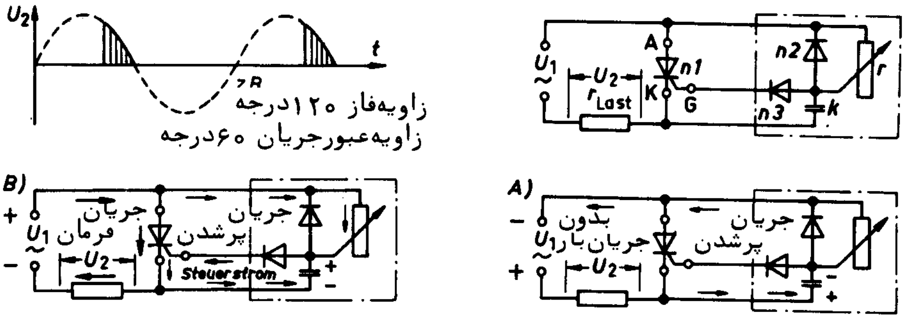
هدایت تا زاویه فاز ، حداکثر ۹۰ درجه



شکل آ :
با دانستن قطب‌های جریان متناوب U_1 از کاتد فرمان ، جریان فرمان عبور می‌کند . و وضع مقاومت در مدار فرمان تعیین میکندکه چه وقت جریان فرمان با ولتاژ متناوب زیاد شود و به اندازه‌ای برسد که در آن تریستور مدار را ببندد .

شکل ب :
مدار بار باز می‌ماند . دیود n2 مانع عبور جریان فرمان بوده و از مصرف بیهوده الکترود فرمان جلوگیری می‌کند .

هدایت تا زاویه فاز ، حداکثر ۱۸۰ درجه

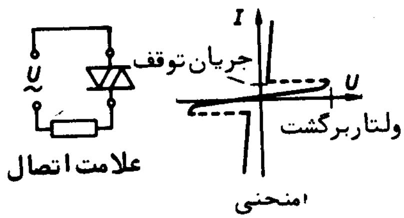


شکل آ :
خازن k از طریق دیود n2 به اندازه ولتاژ نهائی U_1 پر میشود . در موقعیکه قطبها معلوم باشند ، دیود n3 مانع عبور جریان فرمان می‌گردد .

شکل ب :
با تعویض قطبهای U_1 پر شدن خازن شروع میشود . سرعت تغییر بار خازن بوسیله مقاومت r تنظیم میشود . وقتی ولتاژ خازن موقع تغییر بار بمقدار لازم برای استارت تریستور برسد تریستور مدار بار را می‌بندد .

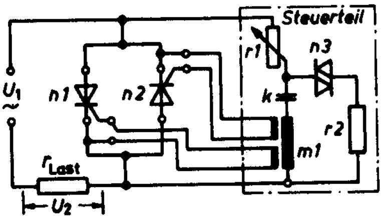
۱۰۳۰۱۴ ـ تریستورها در مدار ضد موازی، هدایت بوسیله یک "دیاک"

دیاک (دیود دو طرفه)

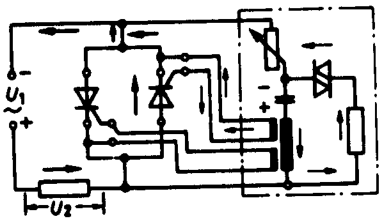


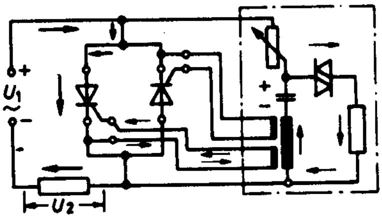
دیاک از پنج قشر مختلف نیمه‌هادی درست شده است. مستقل از وضع قطب‌ها، دیاک تا رسیدن به ولتاژ برگشت، جریان را سد می‌کند. با رسیدن باین ولتاژ دیاک شروع به هدایت جریان می‌نماید.

هدایت ضربه برای مدار ضد موازی

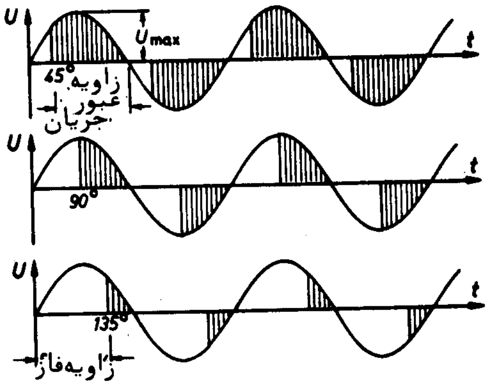


چون تریستور اساسا مثل یکسو کننده است، فقط درصورتی فرمان بوسیله جریان متناوب ممکن است که، دو تریستور در مدار، ضد موازی بسته شوند. برای هر فاز در این‌صورت یک تریستور مسئول است.





مستقل از وضع قطب‌های جریان متناوب خازن k پر می‌شود. زمان پرشدن تا ولتاژ برگشت دیاک بوسیله مقاومت r1 تنظیم می‌شود.



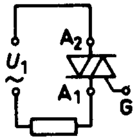
زاویه فاز .... ۴۵ درجه
زاویه عبور جریان .... ۱۳۵ درجه
توان .... ۹۱% از P_{max}
حداکثر مقدار لحظه‌ای ... ۱۰۰% از ولتاژ U_{max}

زاویه فاز .... ۹۰ درجه
زاویه عبور جریان .... ۹۰ درجه
توان .... ۵۰% از P_{max}
حداکثر مقدار لحظه‌ای ... ۱۰۰% از ولتاژ U_{max}

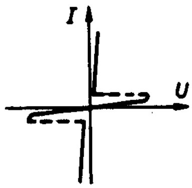
زاویه فاز .... ۱۳۵ درجه
زاویه عبور جریان .... ۴۵ درجه
توان .... ۹% از P_{max}
حداکثر مقدار لحظه‌ای ... ۷۱% از ولتاژ U_{max}

۲۰۳۰۱۴ ـ "تریاک" (تریستور جریان متناوب) ـ "دیمر"

تریاک درحقیقت همان دوتریستوری هستند که ضد موازی بسته شده باشند. بدون در نظر گرفتن قطب ها می‌توان با یک ضربه، فرمان را بکار انداخت.

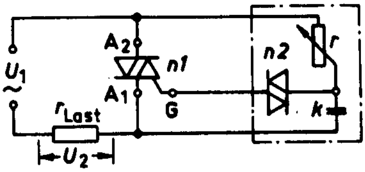


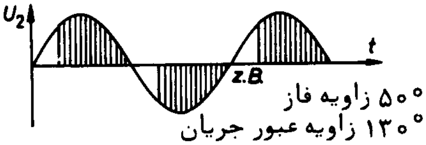
علامت اتصال

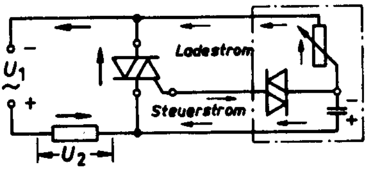


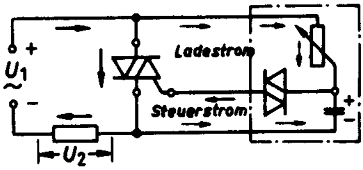
منحنی

هدایت ضربه، یک تریاگ برای زاویه فاز، حداکثر ۱۸۰ درجه



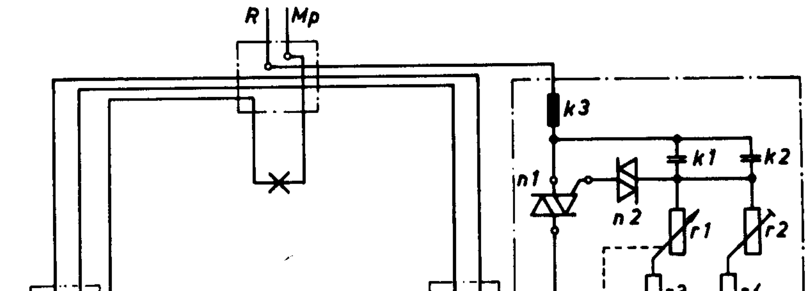






خازن k مستقل از جهت قطب‌ها در موقع هرنیمه پریود ولتاژ از طریق مقاومت تنظیم r پر می‌شود. وقتی ولتاژ خازن بحدی برسد که دیاک هادی شود، با ضربه بعدی، تریاک مدار را هادی می‌کند.

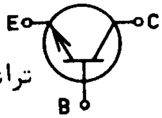
"دایمر" برای هدایت روشنائی لامپی



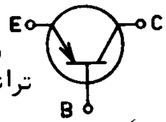
r3 و r4 مقاومتهای محدود کننده هستند. مقاومت قابل تنظیم r1 وخازن k1 مدار زمانی را تشکیل میدهند و تعیین کننده زاویه فاز فرمان میباشند. بوسیله مقاومت r2 جریان بار روی حداقل تنظیم میشود. بوبین k3 وخازن k2 برای رفع پارازیت فرکانس بالا میباشند.

علائم اتصال ترانزیستور

npn
ترانزیستور



pnp
ترانزیستور



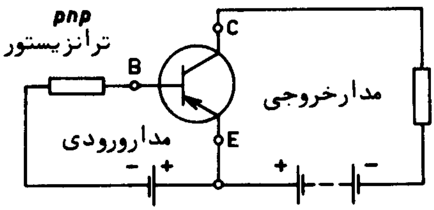
نامگذاری

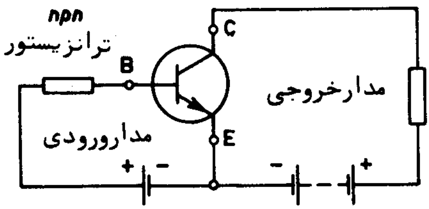
E ← امیتر
C ← کلکتور
B ← پایه (بازیس)

U_{BE} ← ولتاژ پایه امیتر
U_{CE} ← کلکتور ـ امیتر
U_{BC} ← پایه ـ کلکتور

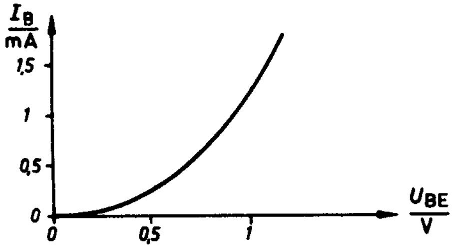
I_B ← جریان پایه
I_C ← جریان کلکتور
I_E ← جریان امیتر

مدار امیتر (مدار تقویت کننده)
وضع قطبهای ولتاژ درحال کار وولتاژ هدایت بستگی بنوع ترانزیستور دارد. (pnp یا npn)
وقتی در مدار ورودی هیچ جریانی وجود نداشته باشد، درمدار خروجی‌نیز هیچ جریانی نیست. هرچه شدت جریان در مدار ورودی زیادتر باشد بهمان نسبت شدت جریان خروجی هم زیاد میشود.

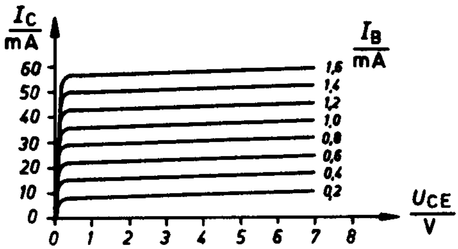




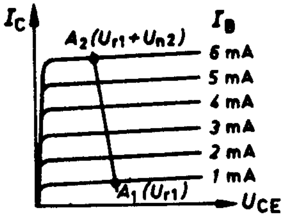
منحنی ورودی
فرم منحنی ورودی مثل منحنی یک دیود است در جهت عبور جریان.

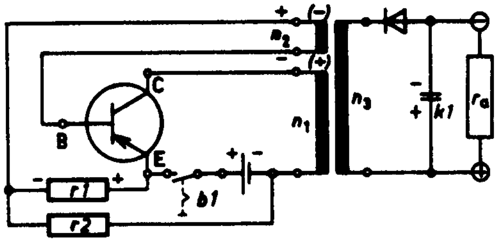


منحنی خروجی
بالاتر از یک حد ولتاژ امیتر، کلکتوری که کمتر از یک ولت است، مقدار جریان کلکتور دیگر فقط به اندازه شدت جریان پایه (بازیس) بستگی دارد.



ترانزیستور بعنوان اوسیلاتور می‌باشد





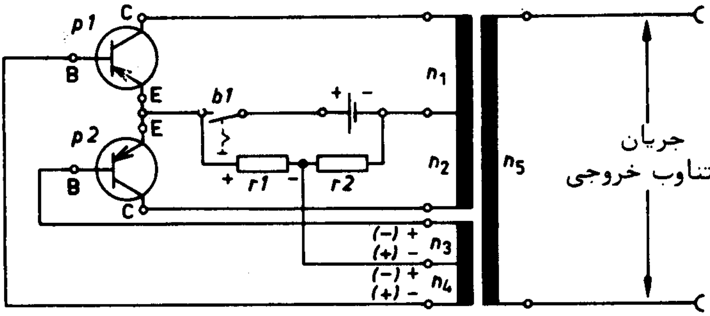
اگر کلید b1 وصل شود، قسمتی از ولتاژ که روی r1 می‌باشد ترانزیستور را دریک حالت کار قرار میدهد که دراین حالت فقط کمی جریان را هدایت میکند(نقطه کار A1) . جریان صعودی کلکتور ازطریق بوبین ترانسفورماتور n1 بداخل n2 یک ولتاژی القاء میکند کهآن ترانزیستور را هادی مینماید. شدت جریان کلکتور و شدت جریان هدایت کننده بتدریج زیاد میشوند (نقطه کار A2) . وقتی شار مغناطیسی کاملا از بین برود، دیگر جریان القائی وجود ندارد و ولتاژ روی r1 ترانزیستور را دو باره باز می‌کند.
جهت یک‌سو کننده در مدار ثانویه طوری تعیین شده، که مدار ثانوی در مدتی که از داخل ترانزیستور جریان عبور میکند باز است (جریانی عبور نمیکند) . وقتی ترانزیستور خاموش کند، در این موقع جهت ولتاژ، موقع از بین رفتن میدان مغناطیسی به وسیله یکسو کننده هدایت می‌شود. خازن k1 با جهت داده شده پر می‌شود.



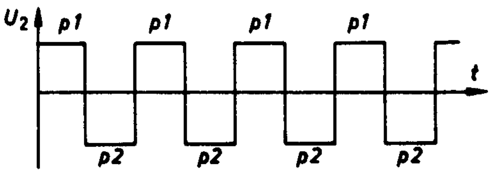


ولتاژ روی مقاومت بار بجز به نسبت تبدیل ترانسفورماتور، به مقدار مقاومت بار نیز بستگی دارد. انرژی مغناطیسی ذخیره شده در هسته باز هم همان اندازه قبل را دارا می‌باشد، و در نتیجه توان داده شده در خروجی همیشه باید ثابت بماند. هرچه مقاومت بار بیشتر باشد، شار مغناطیسی بهمان نسبت بیشتر می‌باشد و همینطور ولتاژ خروجی زیاد می‌شود.

بعنوان مبدل ولتاژ مستقیم از این نوع اسیلاتورها استفاده می‌شود. زمان‌های نیمه پریود ولتاژ در خروجی معمولا ثابت نیستند. ولی برای مواردی که این ولتاژ دوباره یک‌طرفه می شود اشکالی ندارد. ولی اگراین ولتاژ خروجی متناوب مورداستفاده باشد باید از اسیلاتور تاکت برعکس استفاده کرد.

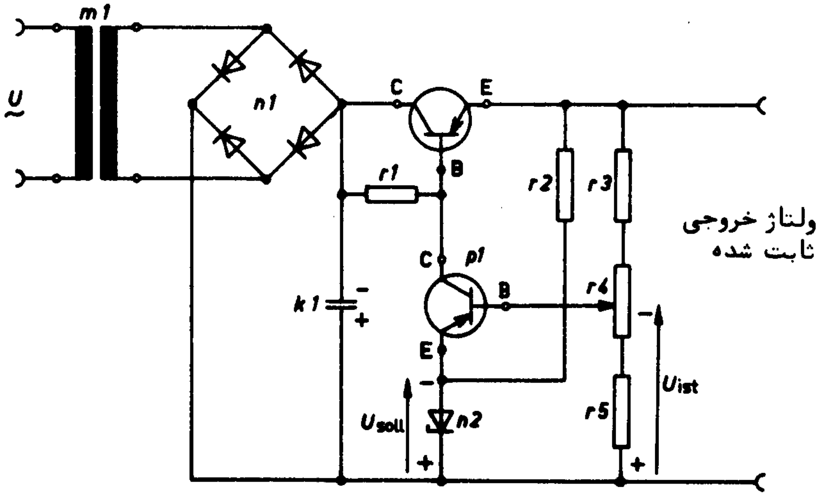


هر دوی ترانزیستورهای p1 و p2 با تاکت بر عکس کار می‌کنند. وقتی از ترانزیستور p1 جریان می‌گذرد، ترانزیستور p2 مسدود است و بالعکس.
با فشار دادن کلید b1 بوسیله ولتاژ هدایت از r1، هردوی ترانزیستورها آماده هدایت جریان می‌باشند. فرضا ترانزیستور p1 به‌اندازه یک هزارم ثانیه سریعتر از ترانزیستور p2 است، بنابر این پیچش القائی در بوبین فیدبک n4 طوری قطبش تعین شده که ترانزیستور p1 را هدایت می‌کند.
اگر شدت جریان کلکتور p1 کم شود، میدان شارمغناطیسی ضعیف شده و جهت القائی عوض می‌شود. حالا ولتاژ القائی در بوبین فیدبک ۴ ترانزیستور p1 را مسدود می‌کند در حالی که ولتاژ القائی بوبین فیدبک n3 ترانزیستور p2 را هادی می‌نماید.



وقتی مدار کاملاقرینه ساخته شده‌باشد برای هربار خروجی ولتاژ خروجی اجبارا قرینه است.

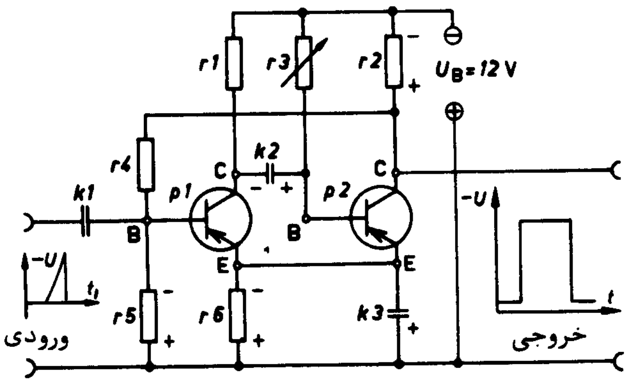
۲۰۵۰۱۴ ــ ثابت نگهدارنده ولتاژ ترانزیستوری



از طریق ترانسفورموتور m1 مقدار ولتاژ مورد لزوم را تنظیم کرده و بعد بوسیله یکسو کننده پل ، آن ولتاژ را یک‌طرفه می‌کنند.
قسمتی از ولتاژ خروجی r3 ، r4 ، r5 را بوسیله r4 و r5 بعنوان مقدار "هست" گرفته و با ولتاژ ثابت روی دیود محدود کننده‌که مقدار "باید" را نمایش میدهد مقایسه میکنند. ولتاژ تفاضل این مقایسه ولتاژ امیتر ــ بازپس ترانزیستور p1 میباشد و مثل اینکه بوسیله ترانزیستور p1 تقویت شده ، روی مقاومت r1 می‌آفتد.
خاصیت ثابت کنندگی روی ولتاژ خروجی بروی دو مقدار مزاحم اثر میگذارد: ولتاژ نوسان کننده شبکه و بار نوسان کننده.
فاکتور ثابت کنندگی (استابیلیزاسیون) که از نسبت نوسانات ولتاژ ورودی به‌نوسانات ولتاژ خروجی بدست میآید ، برای مدارهای ترانزیستوری خیلی مناسبست. برای نوسانات ولتاژ شبکه باندازه ۱۰٪ ، می‌توان نوسانات خروجی کمتر از ۱٪ را بدون زحمت بدست آورد.

۱۰۶۰۱۴ ــ مدار برگشت ــ تک پایداری

حالت پایدار یک مدار برگشت تک پایداری بوسیله یک ضربه ولتاژ در ورودی به یک حالت غیر پایدار تغییر می‌کند. بعد از گذشت یک زمان معین مدار دو باره خود بخود به حالت پایدار بر می‌گردد.



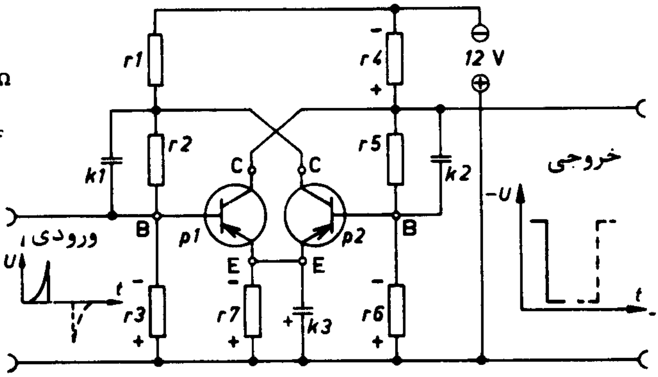
p1 = p2 TF 65
$R_{r1} = R_{r2} = 1{,}6\,k\Omega$
$R_{r3} = 30\,k\Omega$
$R_{r4} = 30\,k\Omega$
$R_{r5} = 10\,k\Omega$
$R_{r6} = 100\,\Omega$
$C_{k1} = 0{,}5\,\mu F$
$C_{k3} = 10\,\mu F$
$C_{k2} \rightarrow$ برحسب طول ضربه

ولتاژ هدایت ترانزیستور **p2** تمام ولتاژ کار می‌باشد، در حالی‌که ولتاژ هدایت ترانزیستور **pl** بستگی به مقدار افت ولتاژ روی مقاومت **r5** دارد. بدین ترتیب در حالت پایدار ترانزیستور **p2** باز است (هدایت می‌کند).
شدت جریان کلکتور **p2** در **r2**، یک افت ولتاژ بزرگ را بوجود میآورد و در **r6** یک قسمت ولتاژ که قطب‌های آن مسدود است، و ولتاژ روی **r5** می‌خواهد قطب‌های خود را بر روی **p1** باز کند ولی کوچک‌تر از ولتاژ **r6** است.
یک ضربه ولتاژ منفی بمقدار حداقل ۵ره ولت در ورودی، ولتاژ روی **r5** را از ولتاژ روی **r6** زیادتر می‌کند و ترانزیستور **pl** را باز می‌نماید. از طریق ترانزیستور باز شده **pl** ولتاژ شارژ **k2** ترانزیستور **p2** را می‌بندد.
خازن **k2** حالا روی ولتاژ مقاومت کار **r1** قرار دارد و به وسیله این ولتاژ از طریق **r3** تغییر بار می‌دهد. اگر در موقع این تغییر بار ولتاژ خازن روی **k2** از صفر بگذرد، ترانزیستور **p2** دیگر مسدود نمی‌شود و مدار دوباره بحالت پایدار خود برمی‌گردد.
زمان حالت ناپایدار (لابیل) مدار بوسیله مدار فرمانی که از **r3** و **k2** تشکیل شده تعیین می‌شود.

$$t = 0{,}7 \cdot R_{r3} \cdot C_{k2}$$

هر دو حالت دو پایدار و پایدار ممکن است. ضربه‌ها با قطب‌های مخالف مدار، را از یک حالت پایدار جهشی بحالت پایدار دیگر می‌برند و برعکس.

p1 = p2 = TF 65
$R_{r1} = R_{r4} = 1\ k\Omega$
$R_{r2} = R_{r5} = 2\ k\Omega$
$R_{r3} = R_{r6} = 1{,}25\ k\Omega$
$R_{r7} = 100\ \Omega$
$C_{k1} = 1\ \mu F$
$C_{k2} = C_{k3} = 600\ pF$
$C_{k3} = 10\ \mu F$

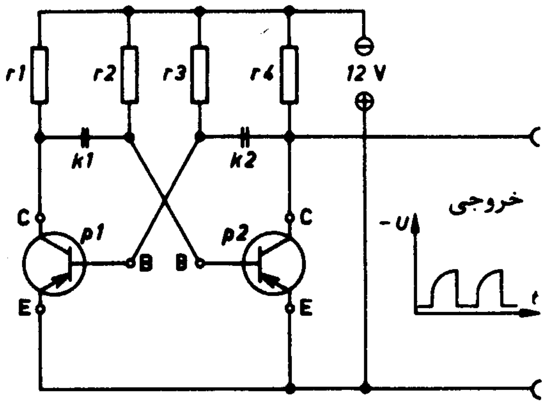


فرض می‌کنیم موقع روشن کردن ولتاژ کار، ترانزیستور **p1** کمی سریع‌تر باشد و مدار را باز کند. ترانزیستور **p2** در این صورت اجبارا مسدود می‌ماند، زیرا افت ولتاژ شدت جریان کلکتور **p1** روی **r4** قدری بزرگ‌تر است و می‌تواند ولتاژ **r6** ترانزیستور **p2** را باز کند، کوچک‌تر از ولتاژ روی **r7** است و آن ترانزیستور **p2** را بسته نگهمیدارد.
یک ضربه مثبت ورودی ولتاژ هدایت **p1** روی مقاومت **r3** را بالا می‌برد و ترانزیستور **p1** را مسدود می‌کند. یک ضربه منفی در ورودی ترانزیستور **p1** را دوباره باز می‌کند. جریانی‌که حالا از کلکتور **p1** عبور می‌کند در **r4** یک افت ولتاژی را بوجود می‌آورد و ولتاژ روی **r6** کافی نمیباشد و ترانزیتسور **p2** را باز مینماید. حالت مدار دوباره یک حالت پایدار است.
خازن **k1** و **k2** عمل تغییر اتصال را تسریع می‌کند. خازن **k3** افت ولتاژ روی **r7** را ثابت نگه می‌دارد.

۱۰۷۰۱۴ ـ مدار برگشت ـ پایدار

مدار برگشت پایدار بدون نفوذ خارج، خود بخود از یک حالت ثابت به حالت ثابت رفت و آمد می‌کند.

$p1 = p2 = TF\ 65$
$R_{r1} = R_{r2} = 50\ k\Omega$
$R_{r3} = R_{r4} = 2{,}5\ k\Omega$
C_{k1} ، C_{k2} بسته به فرکانس‌نوسانات



فرض می‌کنیم ترانزیستور pl همین حالا باز شود. شدت جریان کلکتور pl روی مقاومت r3 یک افت ولتاژ بسیار بزرگی را بوجود می‌آورد که روی r1 مربوط به kl قرار دارد.
خازن kl از طریق مقاومت r1 تغییر بار می‌دهد که در نتیجه بزرگی و جهت افت ولتاژ روی r1 ترانزیستور p2 را تا موقعی مسدود نگه میدارد که قطبهای خازن kl در موقع تغییر بار بر گردند. حالا دوباره پتانسیل منفی روی مسیر بازیس امیتر ترانزیستور p2 می‌آید و آنرا باز می‌کند.
جریان کلکتور p2 یک افت ولتاژ زیادی را روی r4 بوجود میآورد که از آن خازن k2 بوسیله r2 تغییر بار میدهد. در موقع تغییر بار k2 جهت قطب‌ها اگر عوض شوند، ترانزیستور pl دوباره باز می‌شود.
زمان تاکت مدار یعنی زمانی که از یک حالت به‌حالت دیگر می‌رود و بر میگردد، بستگی به بزرگی خازن‌های kl و k2 و مقاومت‌های r1 و r2 دارد (مدار زمانی).

$$t_1 = 0{,}7 \cdot R_{r1} \cdot C_{k1}$$
$$t_2 = 0{,}7 \cdot R_{r2} \cdot C_{k2}$$

وقتی اندازهای مقاومت‌ها و خازن‌ها قرینه نباشند زمان تاکت نیز غیر قرینه میشود (رفت‌و برگشت مساوی نیست). نسبت تاکت ۱ به ۱۰ را میتوان به‌تنهائی با تغییر دادن دو خازن kl و k2 بوجود آورد.

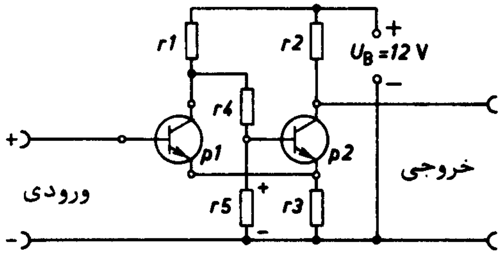
ولتاژ خروجی یک شمیت ــ ترایگر را می‌توان فقط از ولتاژ ورودی در حالت مدار برداشت .

سیگنال L = تمام ولتاژ خروجی

سیگنال O = بدون ولتاژ خروجی

یک دوم و یا یک چهارم ولتاژ خروجی ممکن نیست .

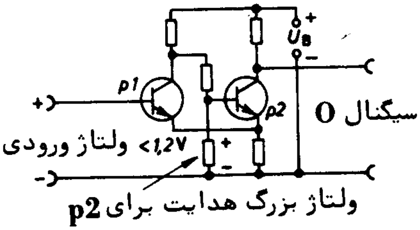
با یک ولتاژ ورودی معین ، سیگنال خروجی صفر می‌ماند . وقتی ولتاژ خروجی به این ولتاژ معین برسد ویا از آنهم زیادتر شود ، مدار تغییر حالت میدهد و خروجی دارای تمام ولتاژ سیگنال L می‌شود .

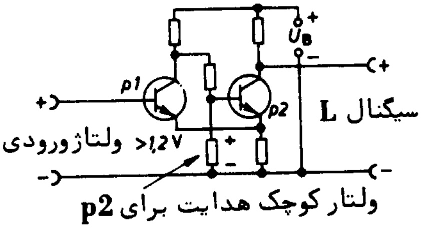


p1 = p2 = BSY 73
$R_{r1} = R_{r2} = 1\ k\Omega$
$R_{r3} = 100\ \Omega$
$R_{r4} = R_{r5} = 22\ k\Omega$

از طریق r1 و r4 روی بازیس ترانزیستور p2 پتانسیل مثبت قرار دارد . این ترانزیستور باز می‌کند و خروج سیگنال صفر را دارد . ولتاژ خروجی حالا مجموع ولتاژ روی مقاومت مشترک امیتر r3 و ولتاژ روی مسیر امیتر ــ کلکتور باز p2 است . ولتاژ روی r5 بزرگ‌تر از ولتاژ روی r3 است و به‌این علت ترانزیستور p1 را باز نگه می‌دارد . همزمان با آن ولتاژ روی r3 ترانزیستور p1 را از طریق مدار ورودی تا موقعیکه ولتاژ ورودی کوچک است مسدود نگه می‌دارد .

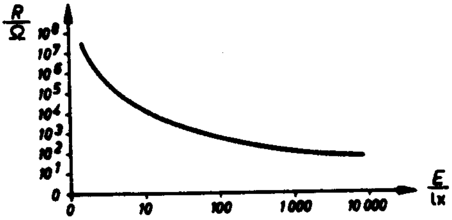
اگر ولتاژ ورودی از ولتاژ مقاومت امیتر مشترک r3 باضافه ولتاژ جهشی ترانزیستور p1 بزرگ تر شود ، ترانزیستور p1 هادی می‌شود . بوسیله جریان کلکتوری که حالا جریان دارد (از r1 متعلق به p1) ، پتانسیل مثبت کلکتور p1 کم میشود . ولتاژ روی r5 حالا کوچکتر است از ولتاژ روی r3 و ترانزیستور p2 حالا باز می‌شود . ولتاژ خروجی حالا تا موقعی که ولتاژ سیگنال دو باره کوچک‌تر از ولتاژ روی r3 شود ، سیگنال L می‌باشد .



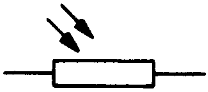


۱۴ ـ تکنیک عناصر نیمه هادی
۱۰۸۰۱۴ ـ عناصر فتو الکتریک

مقاومت فتو



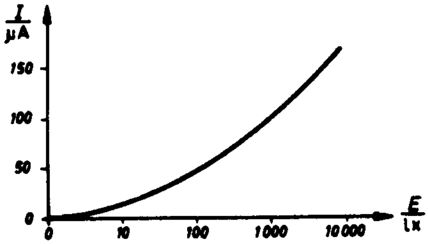
منحنی



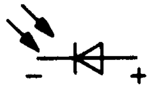
علامت اتصال

با زیاد شدن شدت نور مقاومت فتو با ضریب چند برابر توانده کاهش می‌یابد. آن را می توان با جریان مستقیم وهم متناوب بکار انداخت. توان گم شده آن قدری بزرگ است (۱ وات تا ۱۰۰ وات) و می‌توان رله‌های کوچک بدون تقویت را به آن بست.

فتو دیود



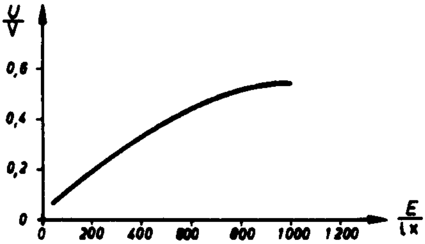
منحنی



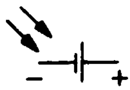
علامت اتصال

فتو دیود یک یکسو کننده کریستالی است که مقاومت آن در جهت مسدود با زیاد شدن تابش نور شدیدا کم میشود. آن‌را فقط به جریان مستقیم میتوان وصل کرد. توان گم شده قدری کوچک است و باید حتما یک تقویت کننده به آن بست.

فتو المنت (عنصر نوری)



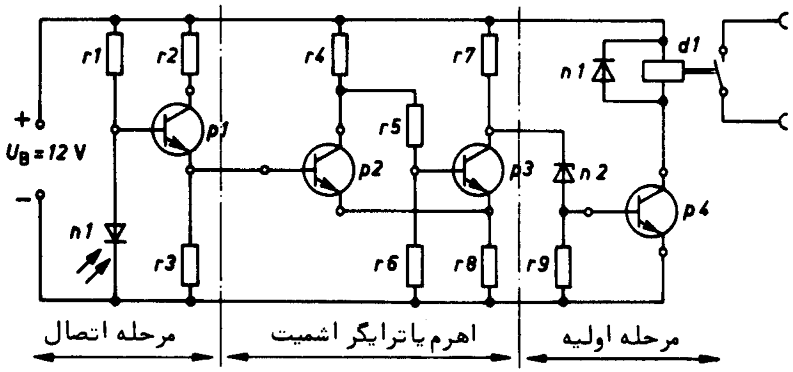
منحنی



علامت اتصال

فتو المنت وقتی بآن نور بتابد تولید جریان می‌کند. بهمین علت بدون ولتاژ خارجی کار می‌کند. نوع فتو المنت فقط تاثیر بر روی شدت جریان دارد ولی روی ولتاژ اثری ندارد.

۲۰۸۰۱۴ ـ مدار تاریک بوسیله فتو دیود

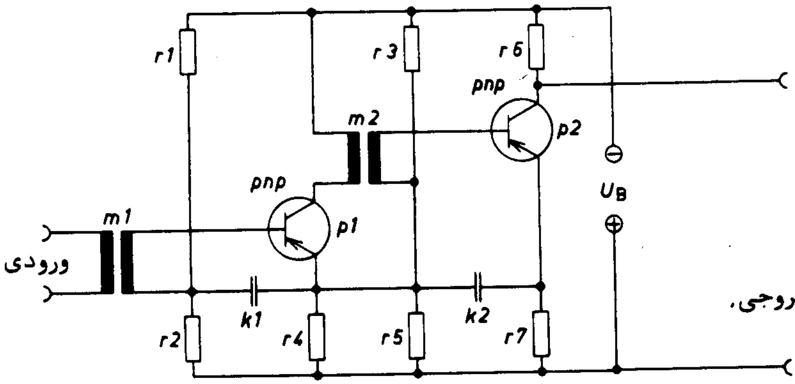


p1 = p2 = p3 = BSY 73
p4 = BSY 52
n1 = APY 12
n2 = ZG 5,6
n3 = BAY 17

$R_{r1} = 100$ kΩ
$R_{r2} = R_{r3} = 10$ kΩ
$R_{r4} = R_{r7} = 1$ kΩ
$R_{r5} = 22$ kΩ
$R_{r6} = 47$ kΩ
$R_{r8} = 270$ Ω
$R_{r9} = 2{,}2$ kΩ

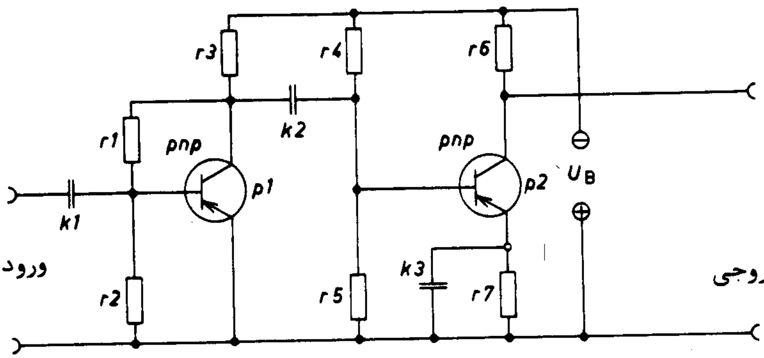
فتو دیود n1 و مقاومت r1 تشکیل یک تقسیم ولتاژ را میدهند. تا موقعی‌که بفتو دیود نور بتابد، مقاومت کوچک است و قسمت ولتاژ آن کافی برای باز کردن ترانزیستور p1 نیست.
با کم کردن نور تابش بر روی فتو دیود مقاومت آن و در نتیجه سهم ولتاژ آن زیاد میشود. ترانزیستور p1 مدار را رفته رفته بیشتر باز می‌کند تا جریان کلکتور آن روی مقاومت r3 از ولتاژ حد بگذرد تا این‌که شمیت ـ تراایگر بعدی را وصل کند.
در این لحظه ترانزیستور p2 هادی می‌شود و ترانزیتسور p3 مسدود، و چون ولتاژ هدایت روی مقاومت r6 حالا کوچکتر از ولتاژ روی مقاومت امیتر مشترک r8 است.
اینک دیود محدود کننده n2 باز می‌شود. قسمت ولتاژ روی مقاومت r9 ترانزیستور کلید p4 را باز می‌کند، که آن هم رله d1 را اتصال می‌دهد. دیود n3 موقع مسدود کردن ترانزیستور p4 (به فتو دیود n1 دوباره نور میتابد) مانع اثر ولتاژ روی اندوکتویته بوبین رله می‌شود و در غیر این صورت باعث سوختن ترانزیستور می‌گردد.
خوبی این مدار در آنجا است که ولتاژ هدایت روی r9 برای هدایت ترانزیستور کلیدی p4 در مواقعی هم که فتو دیود آهسته نور ببیند و یا آهسته نور از آن خارج شود جهشی تغییر می‌کند. بنابراین برای دیود همیشه یک حالت اتصال مشخص وجود دارد.

تقویت کننده ترانزیستوری با کوپلاژ مبدل



برای تطبیق دقیق مقاومت‌ها از مبدلها استفاده میشوند. مبدل‌ها را میتوان طوری ساخت که تطبیق ولتاژ سیگنال خروجی ترانزیستور باورودی ترانزیستور بعدی انجام شود. بوسیله تطبیق مناسب می‌توان به یک تقویت بهتری دست یافت.

تقویت کننده ترانزیستوری با کوپلاژ RC



ترانزیستور اولی p1 بوسیله مقاومت ورودی p2 شدیداً تحت بار قرار میگیرد، بهمین علت در حالت اتصال کوتاه هم کار می‌کند. بعلت همین عدم تطبیق مقدار تقویت بسیار ناچیز می‌باشد. اینرا می‌توان با اضافه کردن یک مرحله دیگر تقویت برطرف کرد.

برای نامگذاری بین **تیپ استاندارد** (برای راستفاده در رادیو و تلویزیون)، **تیپ پروفیسیونل** (برای استفاده در فشارقوی، الکترونیک توان‌زیاد) **فرق قائل میشوند**.

علامت اختصاری برای **تیپ استاندارد** از دو حرف و یک عدد سه رقمی تشکیل شده، و علامت اختصاری برای **تیپ پروفیسیونل** از سه حرف و یک عدد دو رقمی تشکیل میشود.

حرف اول یعنی:

- **A** جنس اصلی ژرمانیوم است.
- **B** جنس اصلی سیلیکون می‌باشد.

حرف دوم یعنی:

- **A** دیود
- **C** ترانزیستور ــ فرکانس پائین
- **D** ترانزیستور قوی ــ فرکانس پائین
- **E** دیود تونلی
- **F** ترانزیستور فرکانس بالا
- **L** ترانزیستور قوی فرکانس بالا
- **S** ترانزیستور کلیدی
- **U** ترانزیسور کلیدی قوی
- **T** ترانزیستور
- **Y** یکسو کننده
- **Z** دیود محدود کننده

حرف سوم **تیپ پروفسیونل** را نشان می‌دهد.

اعداد بمعنی نامگذاری سری می‌باشند.

مثال‌ها:

- **BA 100** دیود سیلیسیوم، تیپ استاندارد.
- **AF 106** ترانزیستور ژرمانیوم فرکانس بالا، تیپ استاندارد.
- **AD 161** ترانزیستور ژرمانیوم فرکانس پائین، تیپ استاندارد.
- **AAZ 13** دیود ژرمانیوم، تیپ پروفسیونل.
- **BAY 38** دیود سیلیسیوم، تیپ پروفسیونل.
- **BZY 88** دیود محدود کننده سیلیسیوم، تیپ پروفسیونل.
- **ASY 16** ترانزیستور کلیدی ژرمانیوم، تیپ پروفسیونل.
- **BSA 40** ترانزیستور کلیدی سیلیسیوم، تیپ پروفسیونل.

برای نامگذاری قدیمی:

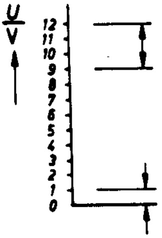
- **OA** دیود
- **OC** ترانزیستور

۱۵ – مدارهای لوژیک
۱۰۱۰۱۵ – زبان سیگنال (علائم)

عمل دستگاه‌های کاملا خود کار، ذخیره کردن و کار روی سیگنال، کنترل مدارهای اندازه گیری و رگله و غیره را امروزه به کمک مدارهای لوژیک انجام می‌دهند. در اینجا منظور از سیگنال آنست که فقط دارای دو مقدار می‌باشند.

زبان سیگنال

دو مقدار سیگنال همیشه بصورت دو ولتاژ می‌باشد. سیگنال "L" یعنی ولتاژ موجود است و سیگنال "O" یعنی ولتاژ موجود نیست. ولی هر دوی این ولتاژها نباید همیشه دارای یک مقدار مشخص باشند. آن‌ها باید در یک محدوده معیین ولتاژ قرار گیرند، مثلا:

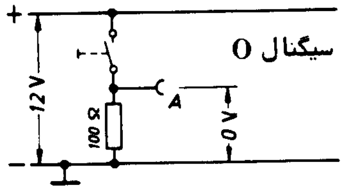


سیگنال L (۹ تا ۱۲ ولت)

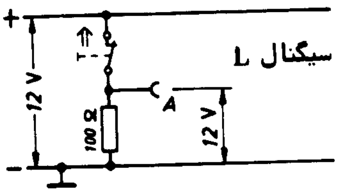
حدود ولتاژ غیر مجاز (۱ تا ۹ ولت)

سیگنال O (صفر تا ۱ ولت)

تولید سیگنال بوسیله کلید

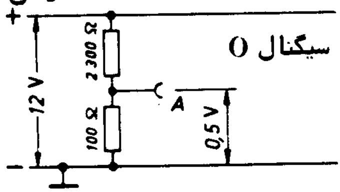


وقتی کلید باز باشد نقطه خروجی نسبت به نول صفر ولت می‌باشد.

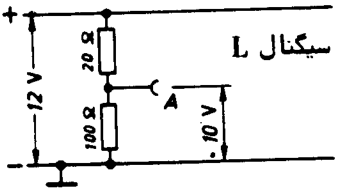


وقتی کلید فشار داده شود نقطه خروجی نسبت به نول ۱۲ ولت می‌باشد.

تولید سیگنال در یک مدار مقاومتی

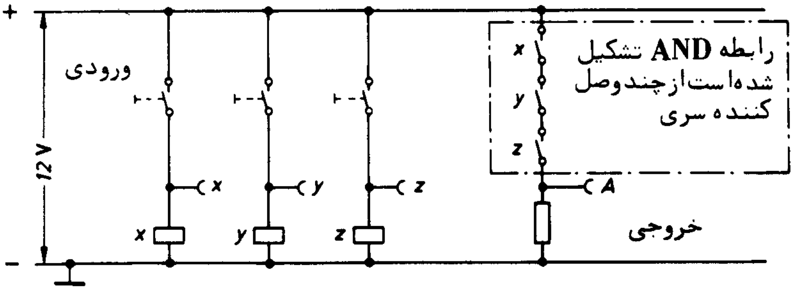


با این ترکیب مقاومتها روی نقطه خروجی و نول ۵ر۰ ولت اختلاف پتانسیل دارند.

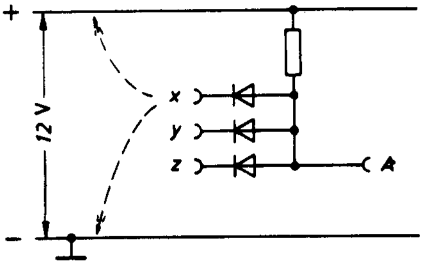


با این ترکیب مقاومتها روی نقطه خروجی و نول ۱۲ ولت اختلاف پتانسیل دارند.

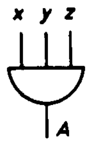
رابطه AND با کلید و رله



رابطه AND با یک دیود



خروجی فقط موقعی سیگنال L دارد (۱۲ ولت نسبت به نول) که تمام ورودی‌ها سیگنال L (اتصال به قطب مثبت) داشته باشند. اگر فقط یک ورودی سیگنال ـ O (اتصال به قطب منفی) داشته باشد، پس دیود این ورودی باز است وافت ولتاژ ۱۲ ولت روی مقاومت قرار دارد و خروجی دارای سیگنال ـ O است.



علامت‌اتصال
یک عنصر AND
(عنصرکنیونکسیون)

$$x \wedge y \wedge z = A$$

تساوی‌ریاضی
("∧" علامت رابطه
AND میباشد)

x	y	z	A
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

جدول تابع‌ها

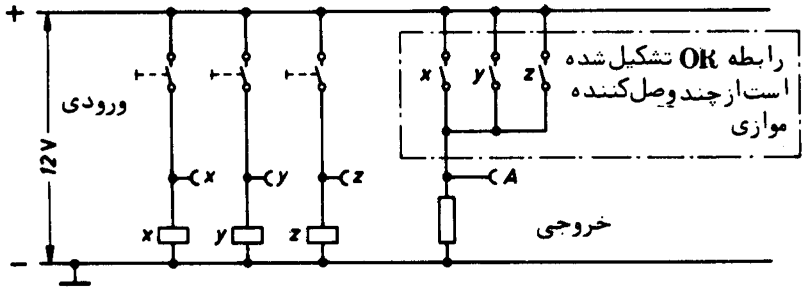
۱۵ — مدارهای لوژیک
۱۰۲۰۱۵ — رابطه OR (عنصر — OR)

اگر برای عملی چند شرط باشد ولی با برآورده شدن یکی ازین شرطها آن عمل انجام شود رابطه را رابطه —OR می‌نامند.

مثال

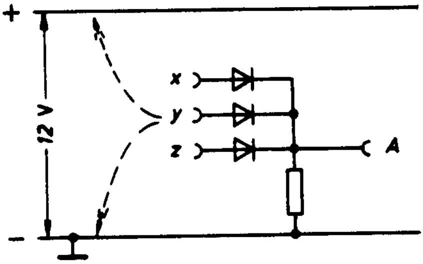
آقای مایر از منزل خارج می‌شود، برای بازی فوتبال می‌رود و یا برای کار می‌رود و یا برای تآتر می‌رود.

رابطه OR با کلید و رله



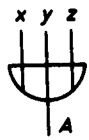
وقتی فقط یک بوبین رله سیگنال — L داشته باشد، یعنی فقط در یکی ولتاژ ۹ باشد، درین صورت خروجی هم سیگنال — L دارد و نسبت به نول ۱۲ ولت می‌باشد.

رابطه OR بوسیله دیودها



هر ورودی یا دارای سیگنال — L، رابطه با قطب مثبت، و یا سیگنال — ٥، رابطه با قطب منفی است. حالت سومی مثلا ورودی‌های باز وجود ندارد.

اگر فقط یک ورودی سیگنال — L داشته باشد یعنی رابطه با قطب مثبت، پس دیود هدایت شده و خروجی هم در اینصورت سیگنال — L یعنی نسبت به‌نول اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت را خواهد داشت.



علامت‌اتصال
یک‌عنصر OR
(عنصر دیسیوفکسیون)

$$x \vee y \vee z = A$$

تساوی‌ریاضی
(علامت "V" برای رابطه
— OR میباشد)

x	y	z	A
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

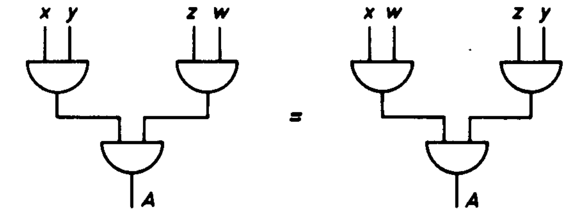
جدول تابع‌ها

۲۰۲۰۱۵ ـ اصل اسوسیتیو برای رابطه ـAND (اند)

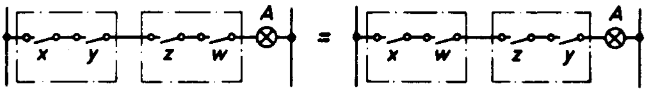
تساوی‌ریاضی

$$(x \wedge y) \wedge (z \wedge w) = (x \wedge w) \wedge (z \wedge y)$$

علائم‌اتصال



شکل‌های‌اتصال‌جانشین‌با کلیدها

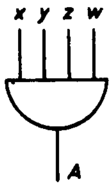


جدول‌توابع

x	y	z	w	x ∧ y	z ∧ w	A
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1

=

x	y	z	w	x ∧ w	z ∧ y	A
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1



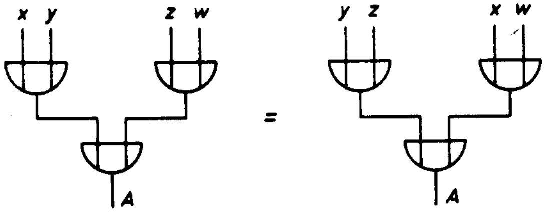
اگر خروجیهای چند عنصرAND بوسیله یک‌عنصرAND با هم مربوط شوند ، این رابطه با‌عوض‌کردن دلخواه ورودی های تغییری نمی‌کند .
بهمین علت می‌توان به‌جای مدار بالا با سه عنصر فقط با یک عنصرAND جانشین کرد .

۱۰۳۰۱۵ ــ اصل اسوسییتیو برای رابطه ــ OR

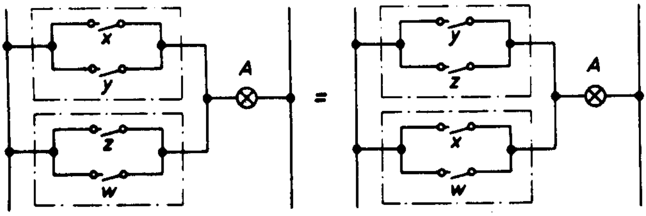
تساوی ریاضی

$$(x \vee y) \vee (z \vee w) = (y \vee z) \vee (x \vee w)$$

علائم اتصال



شکل‌های اتصال جانشین با کلیدها

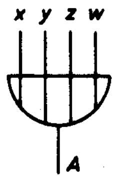


جدول توابع

x	y	z	w	x ∨ y	z ∨ w	A
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

=

x	y	z	w	y ∨ z	x ∨ w	A
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1



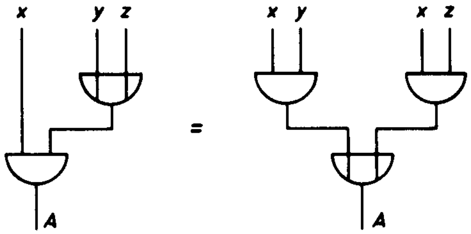
هر گاه خروجی‌های چند عنصر ـ OR با یک عنصر ـ OR مربوط شوند ، در کیفیت این رابطه ، اگر ورودی‌ها را با هم بدلخواه تعویض کنیم ، چیزی تغییر نمی‌کند . بهمین دلیل می‌توان به‌جای مدار بالا با سه عنصر فقط از یک عنصر ـ OR با چهار ورودی استفاده کرد .

تبدیل رابطه AND به رابطه OR

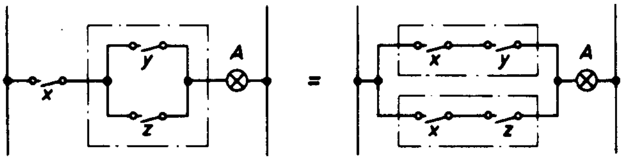
تساوی ریاضی

$$x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$$

علائم اتصال



شکل‌های اتصال جانشین با کلیدها



جدول توابع

x	y	z	y ∧ z	A
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

=

x	y	z	x ∧ y	x ∧ z	A
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1

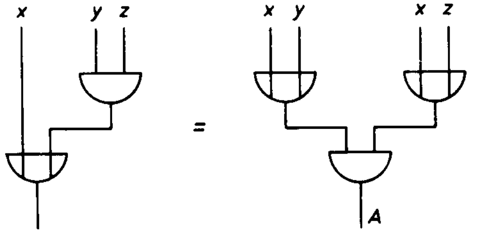
بدون شک مدار سمت‌چپ (دو عنصر ارتباط) ساده‌تر از مدار سمت‌راست (سه عنصر ارتباط) است. در این مثال دیده می‌شود (به جدول تابع‌ها رجوع شود) که با ورودی‌های مساوی می‌توانند مدارهای متفاوت همان رابطه را بوجود آورند.

تبدیل رابطه OR به رابطه AND

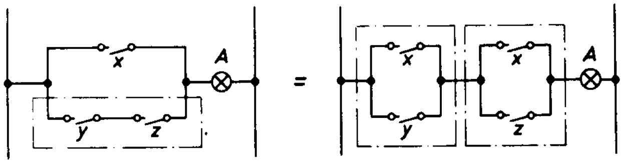
تساوی‌ریاضی

$$x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z)$$

علائم‌اتصال



شکل‌های‌اتصال‌جانشین‌با کلیدها



جدول‌توابع

x	y	z	y ∧ z	A
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

=

x	y	z	x ∨ y	x ∨ z	A
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1

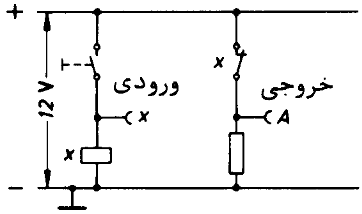
مدار سمت چپ (دو عنصر ارتباط) ساده‌تر از مدار سمت راست (سه عنصر ارتباط) است. در این مثال دیده میشود (به‌جدول تابع‌ها مراجعه شود) که هردوی مدارها با ورودی‌های یکسان همان رابطه را بر قرار می‌کنند.

۱۵ ـ مدارهای لوژیک
۲۰۴۰۱۵ ـ رابطه ـ NOT (نات) و یا تابع معکوس

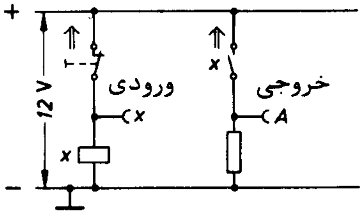
اگر یک‌عمل انجام شود مشروط براینکه شرط‌لازم برقرار نباشد ازرابطه NOT یا تابع معکوس استفاده می‌شود .
مثال : رقص در هوای آزاد موقعی امکان دارد که باران نبارد .

ارتباط NOT با کلیدها و رله

برای این ارتباط‌رله ، هیچ وصل کنی را بکار نمی‌اندازد ، و در اینجا کلید بازکن را به کار وا می‌دارد .

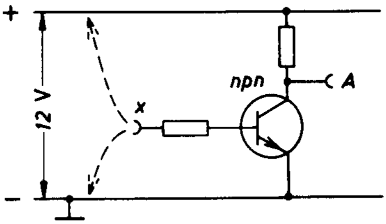


اگر ورودی دارای سیگنال ــ O باشد ، دگمه فشار داده نشده ورله آزاد است (در نقطه X ولتاژ نیست) در این صورت خروجی دارای سیگنال ــ L می‌باشند یعنی دارای ولتاژ نسبت به نول است .



اگر ورودی دارای سیگنال ــ L باشد ، دگمه فشار داده شده ، و رله کار میکند (در نقطه اتصال X ولتاژ نسبت به‌نول وجود دارد) در اینصورت خروجی دارای سیگنال ــ O می‌باشد یعنی بدون ولتاژ .

رابطه NOT با یک ترانزیستور



نقطه اتصال ورودی هیچوقت باز نیست .
آن یا با نول متصل است (سیگنال ــ O)
و یا باقطب مثبت (سیگنال ــ L) .

اگر ورودی دارای سیگنال ـ L باشد ، ترانزیستور باز شده است ، و خروجی دارای پتانسیل نول است یعنی سیگنال ـ O . ولی اگر ورودی سیگنال ـ O داشته باشد ، ترانزیستور مسدود می‌باشد . ولتاژ کامل مدار روی ترانزیستور می‌باشد ، و خروجی سیگنال ــ L دارد .



علامت‌اتصال ؛
برای یک عنصر NOT
(عنصرنگاسیون)

$$x = \overline{A}$$

تساوی‌ریاضی
(علامت ــ یعنی رابطه NOT می‌شود)

X	A
0	1
1	0

جدول تابع‌ها

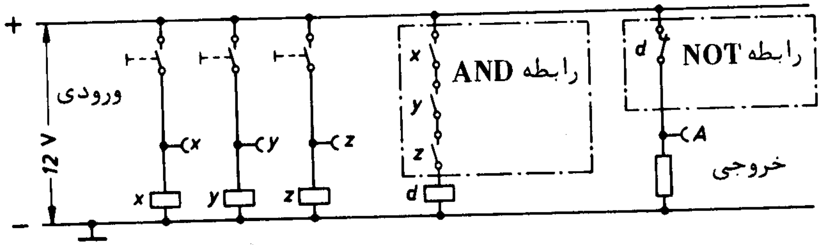
۱۰۵۰۱۵ – رابطه -AND (اند) با خروجی -NOT (نات) (عنصر NOT + AND = NAND)

اگر یک عمل وقتی انجام نشود که چند شرط همزمان بر آورده شود ، در اینصورت از رابطه NAND استفاده می‌شود .

مثال :

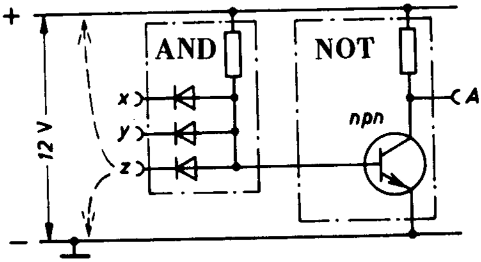
مسابقه پرش اسکی وقتی که هوا بارانی و گرفته باشد انجام نمی‌شود .

رابطه NAND با رله و کلیدها



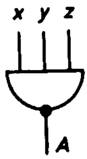
رله d فقط موقعی کار میکند که تمام ورودیها دارای سیگنال – L باشند . خروجی در نتیجه سیگنال – O دارد . فقط یک ورودی و یا هیچ ورودی اگر سیگنال – L داشته باشد و یا اگر دو ورودی سیگنال – L داشته باشند در اینصورت خروجی دارای سیگنال – L می‌باشد .

رابطه NAND با دیود و ترانزیستور



ورودی‌های X ، Z و Y یا اتصال به نول هستند (سیگنال O) ویا اتصال به قطب مثبت و در نتیجه برای سیگنال – L امکان دیگری ندارد .

فقط وقتی‌که تمام ورودی‌ها دارای سیگنال – L باشند ، بازیس ترانزیستور مثبت می‌باشد و ترانزیستور مدار را باز کرده است . در اینصورت خروجی دارای سیگنال – O می‌باشد .



علامت اتصال یک عنصر NAND

$$x \wedge y \wedge z = \overline{A}$$

یا

$$\overline{x \wedge y \wedge z} = A$$

تساوی ریاضی
(علامت – یعنی رابطه NOT می‌شود)

x	y	z	A
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

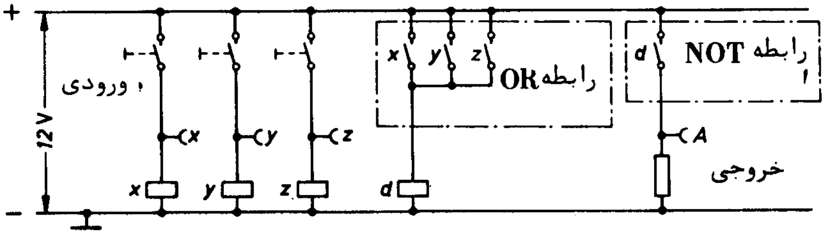
جدول تابع‌ها

۲۰۵۰۱۵ ــ رابطه ــ OR (اور) با خروجی معکوس (عنصر ــ NOR = NOT + OR)

اگر یک عمل موقعی انجام نشود که از چند شرط یکی بر آورده شود ، در این صورت رابطه NOR بر قرار است .

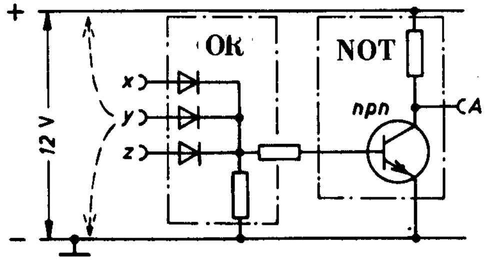
مثال :
هواپیما در مواقعی که باران ببارد و یا اعلام خطر هوائی بشود از فرودگاه بلند نمیشود .

رابطه NOR با کلیدها و رله ها



رله d وقتی یکی از سه ورودیها سیگنال ــ L داشته باشد کار میکند . خروجی در اینصورت سیگنال ــ O را دارد . سیگنال ــ L فقط وقتی در خروجی هست که تمام ورودی‌ها دارای سیگنال ــ O باشند .

رابطه NOR با دیودها و ترانزیستور



هر ورودی یا دارای سیگنال ــ L و یا سیگنال ــ O است .

وقتی قبلا یک ورودی سیگنال ــ L داشته باشد ، بازیس ترانزیستور مثبت است. ترانزیستور باز است و خروجی سیگنال ــ O دارد .

x	y	z	A
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

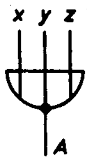
جدول تابع‌ها

$$x \vee y \vee z = \overline{A}$$

یا

$$\overline{x \vee y \vee z} = A$$

تساوی‌ریاضی
(علامت ــ یعنی رابطه NOT می‌شود)

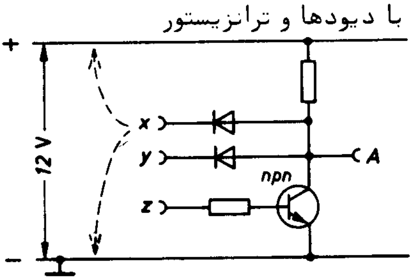


علامت‌اتصال
یک عنصر NOR

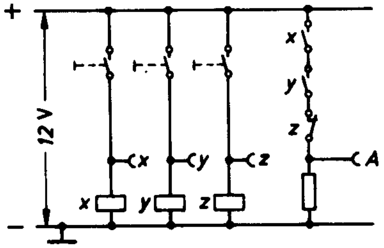
۱۰۶۰۱۵ ــ رابطه AND (اند) با ورودی‌های معکوس (قانون دمورگان)

رابطه AND با یک ورودی معکوس شده

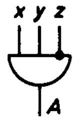
با دیودها و ترانزیستور



با کلیدها و رله



خروجی فقط موقعی سیگنال ــ L داردکه ورودیهای X و Y سیگنال ــ L داشته باشند وورودی Z سیگنال ــ O.



علامت اتصال

$$x \wedge y \wedge \overline{z} = A ،$$

تساوی ریاضی

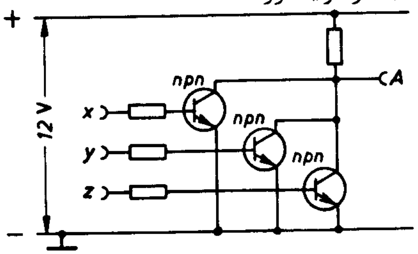
(علامت ــ یعنی رابطه NOT می‌شود)

x	y	z	A
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

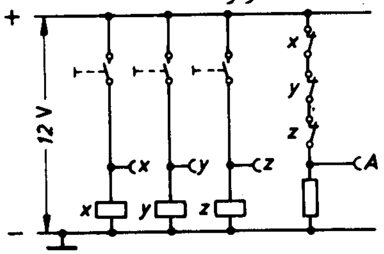
جدول تابع‌ها

رابطه AND با سه ورودی معکوس شده

با ترانزیستورها



با کلیدها و رله



خروجی فقط موقعی سیگنال ــ ه دارد که تمام ورودی‌ها سیگنال ــ L داشته باشند.



علامت اتصال

$$\overline{x} \wedge \overline{y} \wedge \overline{z} = A$$

تساوی ریاضی

(علامت ــ یعنی رابطه NOT می‌شود)

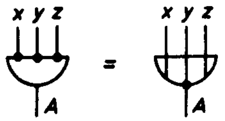
x	y	z	A
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

جدول تابع‌ها

با مقایسه این جدول تابع‌ها با جدول توابع مدار NOR دیده می‌شود که هر دو رابطه یک نتیجه را می‌دهند.

$$\overline{x} \wedge \overline{y} \wedge \overline{z} = \overline{x \vee y \vee z}$$

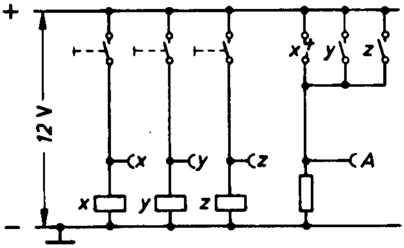
قانون دمورگان



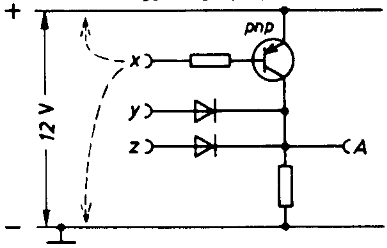
۲۰۶.۱۵ ــ رابطه ــ OR (اور) با ورودی‌های معکوس (قانون دمورگان)

رابطه OR با یک ورودی معکوس شده

با کلید و رله



با دیودها و ترانزیستور



خروجی فقط موقعی سیگنال ــ L دارد که ورودی Y و یا Z سیگنـال ــ L داشته باشند و یا ورودی x سیگنال ــ O داشته باشد.

x	y	z	A
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

جدول تابع‌ها

$$\overline{x} \vee y \vee z = A$$

تساوی ریاضی

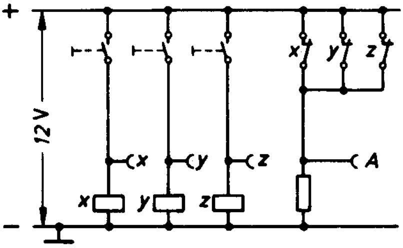
(علامت ــ یعنی رابطه NOT می‌شود)



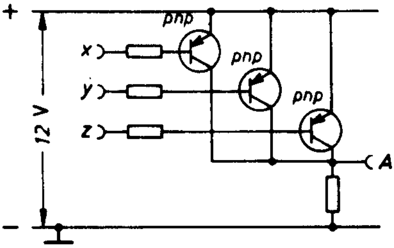
علامت اتصال

رابطه OR با سه ورودی معکوس شده

با کلید و رله



با ترانزیستورها



خروجی سیگنال ــ L دارد وقتی که فقط یکی از ورودی‌ها سیگنال ــ O داشته باشند.

x	y	z	A
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

جدول تابع‌ها

$$\overline{x} \vee \overline{y} \vee \overline{z} = A$$

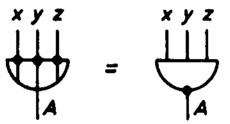
تساوی ریاضی

(علامت ــ یعنی رابطه NOT می‌شود)



علامت اتصال

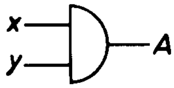
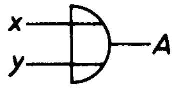
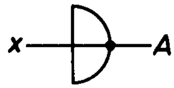
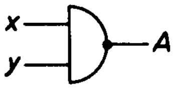
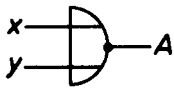
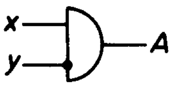
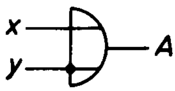
با مقایسه این جدول تابع‌ها با جدول توابع NAND دیده می‌شود که هر دوی عنصرها یک سان هستند.



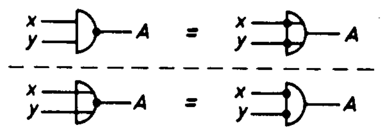
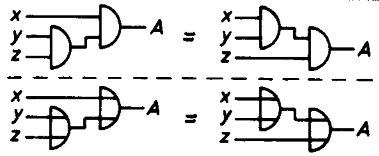
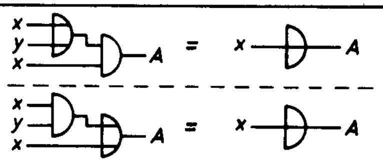
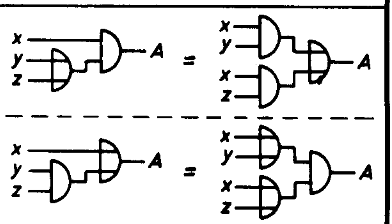
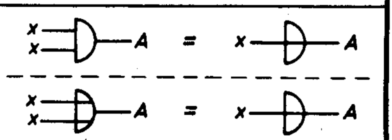
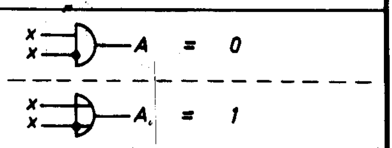
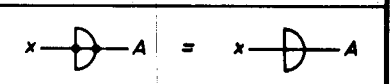
$$\overline{x} \vee \overline{y} \vee \overline{z} = \overline{x \wedge y \wedge z}$$

قانون دمورگان

۱۵.۷.۱۰ ــ جدول عناصر مختلف

جدول تابع ها	تساوی ریاضی	علامت اتصال	اسامی عناصر مختلف
x y A 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	$x \wedge y = A$		عنصر - AND
x y A 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	$x \vee y = A$		عنصر - OR
x A 0 1 1 0	$x = \bar{A}$ یا $\bar{x} = A$		عنصر - NOT
x y A 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	$x \wedge y = \bar{A}$ یا $\overline{x \wedge y} = A$		عنصر - NAND
x y A 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0	$x \vee y = \bar{A}$ یا $\overline{x \vee y} = A$		عنصر - NOR
x y A 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0	$x \wedge \bar{y} = A$		عنصر - AND با سه ورودی معکوس شده
x y A 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1	$x \vee \bar{y} = A$		عنصر - OR با یک ورودی معکوس شده

۲۰۷۰۱۵ ـ جدول اصول

روابط علامت اتصال	تساوی ریاضی	اسامی قوانین اصلی
	$\overline{x \wedge y} = \bar{x} \vee \bar{y}$ $\overline{x \vee y} = \bar{x} \wedge \bar{y}$	قانون د مورگان
	$x \wedge (y \wedge z) = (x \wedge y) \wedge z$ $x \vee (y \vee z) = (x \vee y) \vee z$	اصل اسوسیاتیو
	$x \wedge (y \vee x) = x$ $x \vee (y \wedge x) = x$	اصل ابزورپسیون
	$x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$ $x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z)$	اصل دیستریبیوتیو
	$x \wedge x = x$ $x \vee x = x$	اصل تاتولوگی
	$x \wedge \bar{x} = 0$ $x \vee \bar{x} = 1$	اصل کمپلمنت
	$\bar{\bar{x}} = x$	اصل کومپلمنت دوبل
$0 \vee x = x$ $1 \vee x = 1$ $\bar{1} = 0$	$0 \wedge x = 0$ $1 \wedge x = x$ $\bar{0} = 1$	اپراسیون یا عملیات با ۰ و ۱

۱۰۱۰۱۶ – علائم فرمولی بر طبق دین ۱۳۰۴

الفبا یونانی

Α α Alpha آلفا	Β β Beta بتا	Γ γ Gamma گاما	Δ δ Delta دلتا	Ε ε Epsilon اپسیلون	Ζ ζ Zeta زتا	Η η Eta اتا	Θ ϑ Theta تتا
Ι ι Iota یوتا	Κ κ Kappa کاپا	Λ λ Lambda لامبدا	Μ μ My می	Ν ν Ny نی	Ξ ξ Xi ایکسی	Ο ο Omikron اومیکرون	Π π Pi پی
Ρ ϱ Rho رو	Σ σ Sigma زیگما	Τ τ Tau تاو	Υ υ Ypsilon اپیسیلون	Φ φ Phi فی	Χ χ Chi کی	Ψ ψ Psi پسی	Ω ω Omega امگا

علائم فرمولی کلی

زمان و فضا

علامت	معنی
α, β, γ	زاویه
l	طول
b	عرض
h	ارتفاع
r	شعاع
d	قطر
s	طول‌راه ــ طول‌قوس
A	مساحت
S	مساحت مقطع ، مقطع
V	حجم ، فضا
t	سرعت‌زاویه‌ای
ω	سرعت
v	شتاب
a	شتاب‌جاذبه
g	

مکانیک

علامت	معنی
m	جرم
ρ	وزن مخصوص
p	ضربه (پالس)
J	جرم ، گشتاور (ممان)
F	نیرو
G	نیروی ثقل
M	گشتاور ، ممان
p	فشار
σ	نیروی‌فشار یا کشش
E	ضریب انعطافی
μ	عدد اصطکاک
W	کار
W	انرژی
P	توان
η	راندمان

پدیده‌های دوره‌ای و نظیر آنها

علامت	معنی
T	زمان‌یک‌دوران
τ	عدد ثابت‌زمانی
f	نوسان ، فرکانس
n	تعداد دور
ω	نوسان‌زاویه‌ای
λ	طول‌موج
φ	زاویه‌لغزش‌فاز
c	سرعت‌تکاملی یک‌موج

حرارت

علامت	معنی
T	درجه‌حرارت‌کلوین
ϑ	درجه‌حرارت‌سلسیوس
α	ضریب‌انبساط طولی
Q	مقدار حرارت
λ	هدایت حرارت
C	ظرفیت حرارتی
c	ظرفیت حرارتی مخصوص
c_p	ظرفیت حرارتی مخصوص با فشار ثابت

۲۰۱۰۱۶ ـ علائم فرمولی بر طبق دین ۱۳۰۴

الکتریسیته و مغناطیس

علامت	معنی	علامت	معنی
Q	بار الکتریکی	μ	نفوذپذیری یا پرمابیلیته
e	بار الکترونی	μ_0	فاکتور میدان مغناطیسی
E	میدان الکتریکی	μ_r	عدد نفوذپذیری
φ	پتانسیل الکتریکی	R	مقاومت الکتریکی
U	اختلاف پتانسیل الکتریکی	G	مقدار هدایت الکتریکی
D	توده لغزشی	γ	خاصیت هدایتی الکتریکی
C	ظرفیت الکتریکی	ϱ	مقاومت مخصوص
ε	عدد ثابت دی‌الکتریک	N	تعداد حلقه‌های پیچش
ε_0	عدد ثابت میدان الکتریکی	Z	مقاومت نظری
ε_r	عدد دی‌الکتریک	X	مقاومت کور
I	شدت جریان	Γ	مقاومت موجی
Θ	شار (فلو) الکتریکی	Y	هدایت نظری
J	شدت جریان بر سطح مقطع	B	هدایت کور
H	شدت میدان مغناطیسی	P	توان ، توان موثر
B	شدت میدان مغناطیسی بر سطح مقطع	S	توان نظری
Φ	شار (فلو) مغناطیسی	Q	توان کور
L	القائیت (اندوکتیویته)	d	فاکتور اتلاف

اندیس‌ها

اندیس	معنی	اندیس	معنی
a	خروجی	t	مقدار وابسته به زمان
i	داخلی	eff	مقدار موثر
k	اتصال کوتاه	max	مقدار حداکثر
l	گردش آزاد	min	مقدار حداقل
N	مقدار اسمی	0 (Null)	مقدار اولیه
n	جزء معمولی (نرمال)	1	اولیه
r	نسبی	2	ثانویه

مثال با اندیس‌ها

R_a = مقاومت خروجی

R_i = مقاومت داخلی

I_k = شدت جریان اتصال کوتاه

n_l = دور آزاد

I_{FN} = شدت جریان اسمی خطا

I_n = شدت جریان اسمی

μ_r = نفوذپذیری نسبی

U_{eff} = ولتاژ موثر

I_{max} = حداکثر شدت جریان

U_0 = ولتاژ آزاد

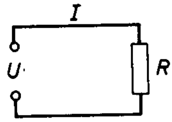
U_1 = ولتاژ اولیه

I_2 = شدت جریان ثانویه

۱۰۲۰۱۶ ــ قانون اهم، مقاومت‌ها، مدار سری

تغییر فرمول	فرمول اصلی

۱ ــ قانون اهم



$$I = \frac{U}{R} \qquad [I] = \frac{\mathrm{V}}{\Omega} = \mathrm{A}$$

تغییر فرمول:

$$U = I \cdot R$$

$$R = \frac{U}{I}$$

۲ ــ مقاومت سیم

$$R = \frac{\varrho \cdot l}{S}$$

یا

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$[R] = \frac{\frac{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}} \cdot \mathrm{m}}{\mathrm{mm}^2} = \Omega$$

$$[R] = \frac{\mathrm{m}}{\frac{\mathrm{m}}{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2} \cdot \mathrm{mm}^2} = \Omega$$

تغییر فرمول:

$$\varrho = \frac{R \cdot S}{l}$$

$$l = \frac{R \cdot S}{\varrho}$$

$$S = \frac{\varrho \cdot l}{R}$$

$$l = R \cdot \gamma \cdot S$$

$$\gamma = \frac{l}{R \cdot S}$$

$$S = \frac{l}{R \cdot \gamma}$$

۳ ــ مقاومت وحرارت

$$R_w = R_k \ (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta)$$

یا

$$R_w = R'_k \ (1 - \alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta)$$

$$[R_w] = \Omega \cdot \frac{\Omega}{\Omega \cdot {}^\circ\mathrm{C}} \ {}^\circ\mathrm{C} = \Omega$$

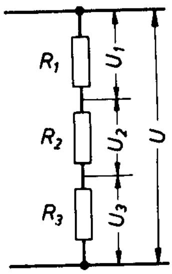
تغییر فرمول:

$$R_k = \frac{R_w}{1 + \alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta}$$

$$\Delta\vartheta = \frac{R_w - R_k}{R_k \cdot \alpha_{20}}$$

$$\alpha_{20} = \frac{R_w - R_k}{R_k \cdot \Delta\vartheta}$$

۴ ــ مقاومت‌ها در مدار سری



$$R_g = R_1 + R_2 + R_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$I = \frac{U}{R_g}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$U_1 = I \cdot R_1$$

تغییر فرمول:

$$R_1 = R_g - R_2 - R_3$$

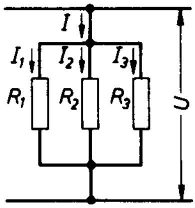
$$U_1 = U - U_2 - U_3$$

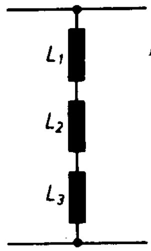
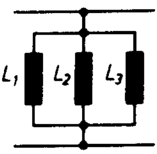
$$U = I \cdot R_g$$

$$R_g = \frac{U}{I}$$

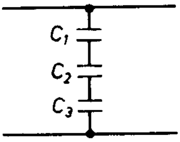
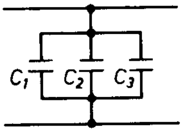
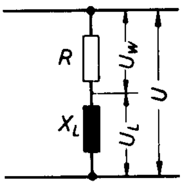
$$U_1 = \frac{R_1}{R_2} \cdot U_2$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I}$$

فرمول اصلی	تغییر فرمول
۵ ــ مقاومت ها در مدار ما موازی	
	
$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3}$
$R_E = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ برای دوموقت	$R_1 = \frac{R_2 \cdot R_E}{R_2 - R_E}$
$I = I_1 + I_2 + I_3$	$I_1 = I - I_2 - I_3$
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}; R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$	$R_1 = \frac{I_2 \cdot R_2}{I_1}$
۶ ــ توان الکتریکی	
$P = U \cdot I$ یا $P = I^2 \cdot R; P = \frac{U^2}{R}$ $[P] = \mathrm{V \cdot A = W}$	$I = \frac{P}{U}$ $U = \frac{P}{I}$ $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ $U = \sqrt{P \cdot R}$
۷ ــ کار الکتریکی	
$W = P \cdot t$ یا $W = U \cdot I \cdot t$ $[W] = \mathrm{W \cdot h = Wh}$ یا $[W] = \mathrm{kW \cdot h = kWh}$	$P = \frac{W}{t}$ $t = \frac{W}{P}$ $I = \frac{W}{U \cdot t}$
۸ ــ اثر حرارتی انرژی الکتریکی	
$Q = W$ $[Q] = \mathrm{J}$ $1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{Ws} = 1\,\mathrm{Nm} = 0{,}102\,\mathrm{kpm}$	
۹ ــ مدار مغناطیسی	
$\Theta = I \cdot N$ $[\Theta] = \mathrm{A}$	$I = \frac{\Theta}{N}$
$H = \frac{\Theta}{l}$ یا $H = \frac{I \cdot N}{l}$ $[H] = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{m}}$	$N = \frac{H \cdot l}{I}$
$B = \mu \cdot H$ $[B] = \frac{\mathrm{T \cdot m}}{\mathrm{A}} \cdot \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{m}} = \mathrm{T}$ $1\,\mathrm{T} = 1\,\frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{m^2}} = 10^4\,\mathrm{G}$	$H = \frac{B}{\mu}$
$\Phi = B \cdot S$ $[\Phi] = \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{m^2}} \cdot \mathrm{m^2} = \mathrm{Vs}$ $1\,\mathrm{Vs} = 1\,\mathrm{Wb}$	$B = \frac{\Phi}{S}$

فرمول اصلی		تغییر فرمول
۱۰ – جریان متناوب		
مقادیر حداکثر و موثر برای فرم سینوسی		
$[U] = \mathrm{V}$	$U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ oder $U = 0{,}707 \cdot U_{max}$	$U_{max} = 1{,}41 \cdot U$
$[I] = \mathrm{A}$	$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ oder $I = 0{,}707 \cdot I_{max}$	$I_{max} = 1{,}41 \cdot I$
فرکانس ~ ژنراتور		
$[f] = \frac{\frac{1}{\mathrm{min}}}{60} = \frac{1}{\mathrm{s}} = \mathrm{Hz}$	$f = \frac{p \cdot n}{60}$	$n = \frac{f \cdot 60}{p}$ $p = \frac{f \cdot 60}{n}$
فرکانس زاویه‌ای		
$[\omega] = \frac{1}{\mathrm{s}}$	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$	$f = \frac{\omega}{2\pi}$
مقاومت اندوکتیو		
$[X_L] = \frac{1}{s} \cdot \mathrm{H} = \Omega$	$X_L = \omega \cdot L$	$L = \frac{X_L}{\omega}$ $\omega = \frac{X_L}{L}$
اندوکتیویته		
$[L] = \frac{\mathrm{Vs} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{Am} \cdot \mathrm{m}} = \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{A}} = \mathrm{H}$	$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot S}{10^8 \cdot l}$	$N = \sqrt{\frac{10^8 \cdot L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S}}$
اتصال القائی		
	 $L_E = L_1 + L_2 + L_3$	$L_1 = L_E - L_2 - L_3$ $L_2 = L_E - L_1 - L_3$ $L_3 = L_E - L_1 - L_2$
	 $\frac{1}{L_E} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$ برای دوالقائی $L_E = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$	$\frac{1}{L_1} = \frac{1}{L_E} - \frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_3}$ $L_1 = \frac{L_2 \cdot L_E}{L_2 - L_E}$

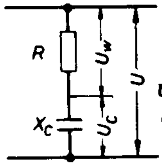
۲۰۳۰۱۶ ـ کاپاسیته، توان جریان متناوب و ایمپدانس

تغییر فرمول	فرمول اصلی
مقاومت کاپاسیته	
$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$ oder $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$ $[X_C] = \frac{1}{\frac{1}{s} \cdot F} = \Omega$	$C = \frac{1}{X_C \cdot \omega}$ $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot X_C \cdot C}$
ظرفیت خازن	
$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot S}{d}$ $[C] = \frac{\frac{As}{Vm} \cdot m^2}{m} = \frac{As}{V} = F$ $1\,F = 1\,\frac{As}{V}$	$S = \frac{C \cdot d}{1{,}256 \cdot \varepsilon_r}$
اتصال خازن‌ها	
 $\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ برای دوخازن $C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$	$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C_g} - \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_3}$ $C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g}$
 $C_E = C_1 + C_2 + C_3$	$C_1 = C_E - C_2 - C_3$ $C_2 = C_E - C_1 - C_3$
توان جریان متناوب یک فاز	
توان موثر $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $[P] = W$	$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$ $\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}$
توان کور $Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$ $[Q] = var$	$I = \frac{Q}{U \cdot \sin\varphi}$ $\sin\varphi = \frac{Q}{U \cdot I}$
توان نظری $S = U \cdot I$ $[S] = VA$	$I = \frac{S}{U}$
اتصال سری یک مقاومت اندوکتیو و یک مقاومت اهمی (اتصال مدار جانشین بوبین)	
 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $[Z] = \sqrt{(\Omega)^2} = \Omega$ $I = \frac{U}{Z}$ oder $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$ $U_w = I \cdot R$ oder $U_w = U \cdot \cos\varphi$ $U_L = I \cdot X_L$ oder $U_L = U \cdot \sin\varphi$ $R = Z \cdot \cos\varphi$ $X_L = Z \cdot \sin\varphi$	$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2}$ $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$ $Z = \frac{U}{I}$ $R = \frac{U_w}{I}$ $X_L = \frac{U_L}{I}$ $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ $\sin\varphi = \frac{X_L}{Z}$

۱۰۴۰۱۶ ـ مدار جریان متناوب

فرمول اصلی

اتصال سری یک مقاومت اهمی و یک مقاومت کاپاسیتیو



$Z = \sqrt{R^2+X_c^2}$ $\quad [Z] = \sqrt{(\Omega)^2} = \Omega$

$I = \frac{U}{Z}$ oder $I = \frac{U}{\sqrt{R^2+X_C^2}}$

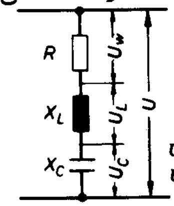
$U_w = I \cdot R$ oder $U_w = U \cdot \cos\varphi$

$U_C = I \cdot X_C$ oder $U_C = U \cdot \sin\varphi$

$R = Z \cdot \cos\varphi$

$X_C = Z \cdot \sin\varphi$

اتصال سری یک مقاومت اهمی ، یک مقاومت کاپاسیتیو و یک مقاومت القائی



$Z = \sqrt{R^2+\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ $\quad [Z] = \sqrt{(\Omega)^2+\left(\frac{1}{s}\cdot H - \frac{1}{\frac{1}{s}\cdot F}\right)^2} = \Omega$

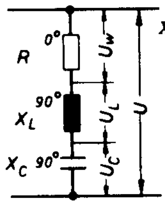
$I = \frac{U}{\sqrt{R^2+\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}}$

$U_w = I \cdot R$

$U_L = I \cdot \omega L$

$U_C = \frac{I}{\omega \cdot C}$

مدار نوسانی سری ـ رزونانس ولتاژ



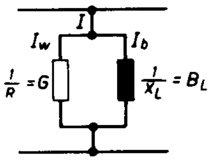
$X_L = X_C$ oder $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

$Z = \sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2} = \sqrt{R^2} = R$

$I = \frac{U}{R}$

$f = \frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{L\cdot C}}$ $\quad [f] = \frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{H\cdot F}} = Hz$

اتصال موازی یک مقاومت اهمی ، و یک مقاومت القائی



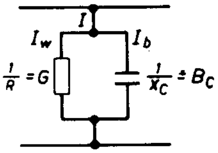
$Y = \sqrt{G^2+B_L^2}$ $\quad [Y] = \frac{1}{\Omega} = S$

$Y = \frac{1}{Z}$; $\quad Y = \frac{I}{U}$

$I_w = U \cdot G$ oder $I_w = I \cdot \cos\varphi$

$I_b = U \cdot B_L$ oder $I_b = I \cdot \sin\varphi$

اتصال موازی یک مقاومت کاپاسیتیو و یک مقاومت القائی



$Y = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2+\left(\frac{1}{X_C}\right)^2}$ $\quad I_w = \frac{U}{R}$

$I_b = U \cdot \omega \cdot C$

$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2+\left(\frac{1}{X_C}\right)^2}}$

تغییر فرمول

$R = \sqrt{Z^2-X_C^2}$

$X_C = \sqrt{Z^2-R^2}$

$Z = \frac{U}{I}$

$R = \frac{U_w}{I}$

$X_C = \frac{U_C}{I}$

$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$

$\sin\varphi = \frac{X_C}{Z}$

$R = \sqrt{Z^2-\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

$U = I \cdot \sqrt{R^2+\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

$L = \frac{U_L}{I \cdot \omega}$

$C = \frac{I}{U_C \cdot \omega}$

$\omega^2 = \frac{1}{L \cdot C}$

$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$

$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L}$

$G = \sqrt{Y^2-B_L^2}$

$B_L = \sqrt{Y^2-G^2}$

$I = U \cdot Y$

$\cos\varphi = \frac{I_w}{I}$

$\sin\varphi = \frac{I_b}{I}$

$Y = \frac{I}{U}$

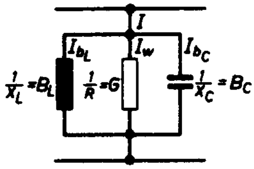
$Z = \frac{U}{I}$

$R = \frac{U}{I_w}$ $\qquad C = \frac{I_b}{U \cdot \omega}$

۲۰۴۰۱۶ ـ مدار جریان متناوب ، خنثی کردن ، زنجیر کردن

فرمول اصلی	تغییر فرمول

اتصال موازی مقاومت‌های اهمی ، القائی و کاپاسیتیو



فرمول اصلی:

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2} \qquad [Y] = \frac{1}{\Omega} = S$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}} \qquad [Z] = \Omega$$

$$Y = \frac{I}{U};\ Z = \frac{U}{I}$$

$$I_w = \frac{U}{R} \text{ oder } I_w = I \cdot \cos\varphi$$

$$I_{bL} = \frac{U}{\omega \cdot L} \text{ oder } I_{bL} = I \cdot \sin\varphi$$

$$I_{bC} = U \cdot \omega C \text{ oder } I_{bC} = I \cdot \sin\varphi$$

تغییر فرمول:

$$G = \sqrt{Y^2 - (B_L - B_C)^2}$$

$$Z = \frac{1}{Y}$$

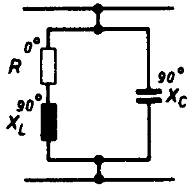
$$I = U \cdot Y \text{ oder } I = \frac{U}{Z}$$

$$R = \frac{U}{I_w} \text{ oder } R = Z \cdot \cos\varphi$$

$$X_L = \frac{U}{I_{bL}} \text{ oder } X_L = Z \cdot \sin\varphi$$

$$X_C = \frac{U}{I_{bC}} \text{ oder } X_C = Z \cdot \sin\varphi$$

مدار نوسانی موازی ـ رزونانس شدت جریان



فرمول اصلی:

$$B_L = B_C \text{ oder } \frac{1}{\omega L} = \omega C$$

$$Y = G \text{ oder } Z = R$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

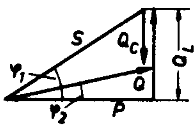
تغییر فرمول:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L}$$

۱۱ ـ کومپنزاسیون شبکه



فرمول اصلی:

$$Q_C = Q_L - Q \qquad [Q] = \text{var}$$

$$Q_L = P \cdot \tan\varphi_1$$

$$Q = P \cdot \tan\varphi_2$$

$$Q_C = P \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$

Für $f = 50$ Hz ist

$$C = \frac{3200 \cdot Q_C}{U^2} \qquad [C] = \mu F$$

تغییر فرمول:

$$Q = Q_L - Q_C$$

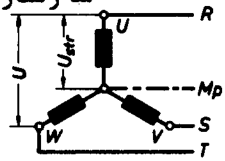
$$\tan\varphi = \frac{Q}{P}$$

برای‌فرکانس‌دیگر

$$C = \frac{10^6 \cdot Q_C}{U^2 \cdot \omega}$$

۱۲ ـ زنجیری کردن سه فاز

مدارستاره‌ای

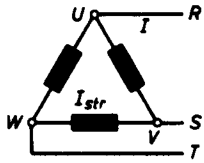


$$U = \sqrt{3} \cdot U_{str} \qquad [U] = V$$

$$I = I_{str}$$

$$U_{str} = \frac{U}{1{,}73}$$

مدارمثلثی



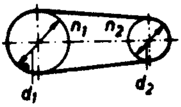
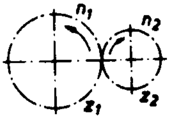
$$I = \sqrt{3} \cdot I \qquad [I] = A$$

$$U = U_{str}$$

$$I_{str} = \frac{I}{1{,}73}$$

۱۰۵۰۱۶ ــ توان سه‌فاز، ترانسفورموتورها، موتورها

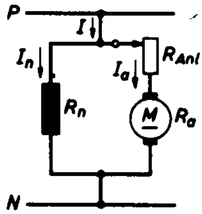
فرمول اصلی		تغییر فرمول
۱۳ ــ توان جریان سه فاز		
توان موثر $P = 1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$	$[P] = V \cdot A = W$	$I = \frac{P}{1{,}73 \cdot U \cdot \cos\varphi}$
توان کور $Q = 1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$	$[Q] = V \cdot A = var$	$\cos\varphi = \frac{P}{1{,}73 \cdot U \cdot I}$
توان نظری $S = 1{,}73 \cdot U \cdot I$	$[S] = V \cdot A = VA$	$\sin\varphi = \frac{Q}{1{,}73 \cdot U \cdot I}$
۱۴ ــ کار جریان سه فاز		
کار موثر $W = 1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot t$ یا $W = 1{,}73 \cdot U \cdot I_w \cdot t$	$[W] = V \cdot A \cdot h = Wh$	$I = \frac{W}{1{,}73 \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot t}$; $U = \frac{W}{1{,}73 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot t}$; $\cos\varphi = \frac{W}{1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot t}$
کار کور $W_b = 1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi \cdot t$ یا $W_b = 1{,}73 \cdot U \cdot I_b \cdot t$	$[W_b] = V \cdot A \cdot h = varh$	$\sin\varphi = \frac{W_b}{1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot t}$; $I_b = \frac{W_b}{1{,}73 \cdot U \cdot t}$
۱۵ ــ ترانسفورماتورها		
		
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$		$U_1 = \frac{U_2 \cdot N_1}{N_2}$; $U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1}$
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$		$I_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1}$; $I_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2}$
$ü = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$		
$u_k = \frac{U_k}{U_1} \cdot 100$	$[u_k] = \frac{V}{V} \cdot 10^2 = \%$	
$I_k = \frac{I}{u_k} \cdot 100$	$[I_k] = \frac{A}{\%} \cdot 10^2 = A$	
$\eta = \frac{P_2}{P_1}$		$P_1 = \frac{P_2}{\eta}$; $P_2 = P_1 \cdot \eta$
۱۶ ــ موتورها (اساس مکانیکی)		
$M = F \cdot r$	ممان گردشی $[M] = N \cdot m = Nm$	$F = \frac{M}{r}$; $r = \frac{M}{F}$
$W = F \cdot s$	کار مکانیکی، $[W] = N \cdot m = Nm$ $1\ kpm = 9{,}81\ Nm$ $1\ Nm = \frac{1}{9{,}81}\ kpm = 0{,}102\ kpm = 1\ Ws$	$F = \frac{W}{s}$; $s = \frac{W}{F}$
$P = \frac{F \cdot s}{t}$	توان مکانیکی $[P] = \frac{N \cdot m}{s} = \frac{Nm}{s}$ $[P] = \frac{Ws}{s} = W$ $1\ \frac{Nm}{s} = 1\ W = 0{,}102\ \frac{kpm}{s}$	$F = \frac{P \cdot t}{s}$; $s = \frac{P \cdot t}{F}$; $t = \frac{F \cdot s}{P}$
$P = \frac{F \cdot r \cdot n}{9{,}55}$	$[P] = \frac{N \cdot m}{s} = W$	$F = \frac{P \cdot 9{,}55}{r \cdot n}$; $n = \frac{P \cdot 9{,}55}{F \cdot r}$; $r = \frac{P \cdot 9{,}55}{F \cdot n}$

فرمول اصلی	تغییر فرمول
کارآئی یا راندمان $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$	$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$ $P_{ab} = P_{zu} \cdot \eta$
حرکت تسمه‌ای  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$ $[n] = \frac{1}{\text{min}}$ $[d] = \text{mm}$	$n_1 = \frac{d_2 \cdot n_2}{d_1}$ $d_1 = \frac{d_2 \cdot n_2}{n_1}$
حرکت چرخ‌دنده  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$	$n_2 = \frac{z_1 \cdot n_1}{z_2}$ $z_2 = \frac{z_1 \cdot n_1}{n_2}$
۱۷ ـ موتورهای جریان متناوب یک فاز	
توان موثر گرفته‌شده $P_{zu} = U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $[P_{zu}] = \text{W}$	$\cos\varphi = \frac{P_{zu}}{U \cdot I}$
توان موثر پس‌داده‌شده $P_{ab} = U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \eta$ $[P_{ab}] = \text{W}$	$I = \frac{P_{ab}}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$
توان کور $Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$ $[Q] = \text{var}$ توان نظری $S = U \cdot I$ $[S] = \text{VA}$	$\sin\varphi = \frac{Q}{U \cdot I}$
۱۸ ـ موتورهای سه فاز	
توان موثر $P_{zu} = U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot 1{,}73$ $[P] = \text{W}$ $P_{ab} = U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot 1{,}73 \cdot \eta$ فاکتور توان موثر $\cos\varphi = \frac{P_{ab}}{1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot \eta}$ توان کور $Q = 1{,}73 \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$ $[Q] = \text{var}$ توان نظری $S = 1{,}73 \cdot U \cdot I$ $[S] = \text{VA}$	$\eta = \frac{P_{ab}}{U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot 1{,}73}$ $I = \frac{P_{ab}}{1{,}73 \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$ $\sin\varphi = \frac{Q}{1{,}73 \cdot U \cdot I}$
شلاف در موتورهای آسینکرون $s = \frac{n_1 - n}{n_1} \cdot 100$ $[s] = \frac{\frac{1}{\text{min}} - \frac{1}{\text{min}}}{\frac{1}{\text{min}}} \cdot 10^2 = \%$ $s = n_1 - n$ $[s] = \frac{1}{\text{min}}$	$n = \frac{n_1 \cdot (100 - s)}{100}$ $n_1 = \frac{100 \cdot n}{100 - s}$ $n_1 = n + s$ $n = n_1 - s$

فرمول اصلی	تغییر فرمول

۱۹ ـ ماشین‌های جریان مستقیم

ماشین‌های بوبین شنت



جریان شنت

$I_e = \frac{U}{R_e}$ $\quad [I_N] = \frac{V}{\Omega} = A$

جریان رتور موقع ایستاده

$I_A = \frac{U}{R_A}$ $\quad [I_A] = \frac{V}{\Omega} = A$

شدت جریان کل

$I = I_A + I_e$ $\quad [I] = A$

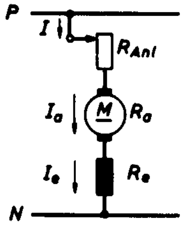
شدت جریان رتور موقع گردش

$I_A = I - I_e$ $\quad [I_A] = A$

مقاومت استارت

$R_{Anl} = \frac{U}{I_{Anlauf}} - R_A$ $\quad [R_{Anl}] = \Omega$

ماشین‌های پیچش سری



$I = I_A = I_e$ $\quad [I] = A$

$I = \frac{U}{R_i}$

$R_i = R_A + R_e$

$U_e = I \cdot R_e$

$U_A = I \cdot R_A$

$R_{Anl} = \frac{U}{I_{Anlauf}} - R_i$

تغییر فرمول:

$R_e = \frac{U}{I_e}$

$R_A = \frac{U}{I_A}$

$I_e = I - I_A$

I_{Anlauf} bis $1{,}7 \cdot I_N$

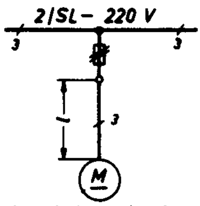
$R_i = \frac{U}{R_i}$

$R_A = R_i - R_e$

$R_e = R_i - R_A$

۲۰* ـ محاسبه سیم‌ها

سیم‌های غیر منشعب جریان مستقیم ، تلفات ولتاژ



$u = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot s}$ $\quad [u] = \frac{m \cdot A}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2} = V$

oder

$u = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot s \cdot U}$ $\quad [u] = \frac{m \cdot W}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2 \cdot V} = V$

سیم‌های غیر منشعب جریان متناوب یک‌فاز ، تلفات ولتاژ

باراهمی $u = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot s}$ $\quad [u] = \frac{m \cdot A}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2} = V$

باراهمی والقائی $u = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot s}$ $\quad [u] = \frac{m \cdot A}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2} = V$

تغییر فرمول:

$S = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot u}$

$S = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot U \cdot u}$

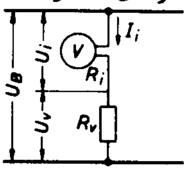
$S = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot u}$

$S = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot u}$

فرمول اصلی	تغییر فرمول
سیم غیرمنشعب جریان سه‌فاز	
اتلاف ولتاژ $u = \frac{1{,}73 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot s}$ $[u] = \frac{m \cdot A}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2} = V$	$S = \frac{1{,}73 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot u}$
اتلاف توان $P_v = \frac{3 \cdot l \cdot I^2}{\gamma \cdot s}$ $[P_v] = \frac{m \cdot A^2}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2} = W$	$S = \frac{3 \cdot l \cdot I^2}{\gamma \cdot P_v}$
یا ، $P_v = \frac{l \cdot P^2}{\gamma \cdot s \cdot U^2 \cdot \cos^2\varphi}$	$S = \frac{l \cdot P^2}{\gamma \cdot P_v \cdot U^2 \cdot \cos^2\varphi}$
$P_v = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot s \cdot U^2 \cdot \cos^2\varphi}$ $[P_v] = \frac{10^2 \cdot m \cdot W}{\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot mm^2 \cdot V^2} = \%$	$S = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot P_{v\%} \cdot U^2 \cdot \cos^2\varphi}$

۲۱ ــ تکنیک اندازه گیری

توسعه محدوده اندازه‌گیری برای ولتاژهای بالاتر

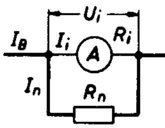


$$R_v = \frac{U_B - U_i}{I_i} \qquad [R_v] = \frac{V}{A} = \Omega$$

oder

$$R_v = \frac{U_B}{I_i} - R_i$$

توسعه برای جریان‌های بالاتر

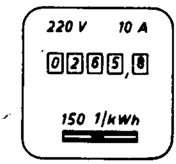


$$R_n = \frac{U_i}{I_B - I_i} \qquad [R_n] = \frac{V}{A} = \Omega$$

oder

$$R_n = \frac{I_i \cdot R_i}{I_B - I_i}$$

تعین توان بوسیله کنتور برق



$$P = \frac{n \cdot 60}{c} \qquad [P] = \frac{\frac{1}{min} \cdot 60}{\frac{U}{kWh}} = kW$$

$$n = \frac{P \cdot c}{60}$$

$$P = \frac{n \cdot 60 \cdot 1000}{c} \qquad [P] = \frac{\frac{1}{min} \cdot 60 \cdot 10^3}{\frac{1}{kWh}} = W$$

$c =$ عدد ثابت کنتور

فرمول اصلی	تغییر فرمول

۲۲ — تکنیک نــور

جریان نور Φ از یک منبع نور در تمام جهات در یک واحد زمان مقدار نور پخش‌شده Q_v می باشد .

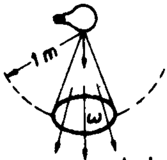


$$\Phi_v = \frac{Q_v}{t}$$

$[\Phi_v] = lm$ (لومن)

تغییر فرمول: $Q_v = \Phi_v \cdot t$

شدت نور I_v آنست که در زاویه فضائی ω از کل نور تابیده شده



$$I_v = \frac{\Phi_v}{\omega}$$

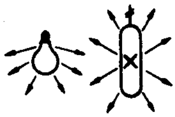
$[I_v] = cd$ (کاندلا)

شدت نور هر واحد مساحت L_v برابر است با حاصل تقسیم شدت نور و مساحت پخش‌شده عمودی .

$$L_v = \frac{I_v}{A}$$

$[L_v] = \frac{cd}{m^2} = sb$ (استیلب)

جریان نور برای هر وات توان بدست آمده را η می نامند .

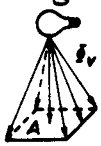


$$\eta = \frac{\Phi_v}{P}$$

$[\eta] = \frac{lm}{W}$

$$\frac{400\ lm}{40\ W} = 10\frac{lm}{W} \qquad \frac{2200\ lm}{40\ W} = 55\frac{lm}{W}$$

شدت پخش E_v نور تابیده شده روی یک مساحت می باشد .



$$E_v = \frac{\Phi_v}{A}$$

$[E_v] = \frac{lm}{m^2} = lx$ (Lux)

جریان نور Φ_v برای یک E_v مقرر با راندمان تابش η_B

$$\Phi_v = \frac{E_v \cdot A}{\eta_B}$$

$$[\Phi] = \frac{\frac{lm}{m^2} \cdot m^2}{\% \cdot 10^2} = lm$$

راندمان تابش η_B از راندمان فضا η_R و راندمان منبع تابش η_L بوجود میآید .

$$\eta_B = \eta_R \cdot \eta_L$$

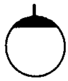
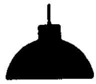
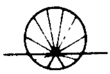
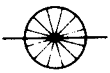
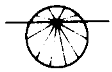
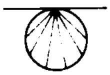
$[\eta_B] = \%$

شدت نورهای توصیه شده بر طبق دین ۵۰۳۵

برحسب نوع کار چشم مقدار خواسته شده	روشنائی کلی شدت نور متوسط درجه A لوکس	روشنائی کلی شدت نور متوسط درجه B لوکس	روشنائی محل کار شدت نور متوسط درجه A لوکس	روشنائی محل کار شدت نور متوسط درجه B لوکس
خیلی کم	۳۰	۶۰	—	—
کم	۶۰	۱۲۰	—	—
متوسط	۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۵۰۰
زیاد مثلا اداره‌جات	۲۵۰	۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
خیلی زیاد مثلا برای خیاطی	۶۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
بسیار زیاد	—	—	۴۰۰۰	۴۰۰۰تا۸۰۰۰

درجه A شرایط مناسب برای دیدن و محل کار، کنتراست خوب.
درجه B شرایط سخت دید و محل کار از نظر نور، کنتراست و انکسار.

راندمان تابش

نوع تابش		غیرمستقیم		اکثرغیرمستقیم		یکنواخت		اکثرمستقیم		مستقیم	
نوع چراغ											
پخش نور											
سقف		نیم روشن	روشن	نیم روشن	روشن	نیم روشن	روشن	نیم روشن	روشن	نیم روشن	روشن
دیوارها		تاریک	نیم روشن	تاریک	نیم روشن	تاریک	نیم روشن	تاریک	نیم روشن	تاریک	نیم روشن
پهنای فضا تقسیم بر ارتفاع سقف یک متر بالا تراز کف	1	0,08	0,15	0,13	0,21	0,09	0,16	0,09	0,17	0,18	0,25
	1,5	0,11	0,20	0,17	0,27	0,15	0,23	0,16	0,25	0,30	0,36
	2,5	0,16	0,26	0,23	0,34	0,22	0,31	0,23	0,33	0,40	0,44
	4	0,19	0,30	0,30	0,42	0,29	0,39	0,30	0,41	0,47	0,51
	5	0,22	0,34	0,33	0,45	0,32	0,42	0,32	0,43	0,48	0,52
	8	—	—	0,38	0,50	0,38	0,50	0,41	0,53	0,54	0,58

۱۰۸۰۱۶ ـ فاکتــور K

رابطه جریان اسمی I_N دستگاه حافظ جریان غیر مجاز نسبت به حداقل جریان اتصال کوتاه $I_A = k \cdot I_N$

<table>
<tr><th rowspan="3">شماره</th><th rowspan="3">نوع حافظ جریان غیر مجاز</th><th colspan="3">فاکتور k</th><th rowspan="3">ملاحظات</th></tr>
<tr><th colspan="3">در دستگاه مصرف‌کننده بعدازتقسیم</th><th rowspan="2">درکابل‌ها و سیم های آزاد و جعبه اتصال منزل‌وحافظ جریان غیر مجاز در سیم اصلی</th></tr>
<tr></tr>
<tr><td rowspan="3">۱</td><td rowspan="3">فیوزهای‌ذوب شونده‌برطبق VDE ۰۶۳۵ VDE ۰۶۶۰</td><td>سریع</td><td colspan="2">کند</td><td rowspan="3">۲ر۵</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td>تا ۵۰A</td><td>از ۶۳A</td></tr>
<tr><td>۳ر۵</td><td>۳ر۵</td><td>۵</td></tr>
<tr><td>۲</td><td>کلید حافظ در رها کردن‌جریان‌اتصال کوتاه‌باکمی تاخیر برطبق ۰۶۶۰ و تنظیم برای‌کلید های تا ۱کیلوولت جریان‌متناوب ((برای‌کلیدهای فرمان‌تا ۱۰کیلو ولت)و ۳کیلوولت برای‌جریان‌مستقیم</td><td colspan="3"></td><td>۱ر۲۵*</td><td></td></tr>
<tr><td>۳</td><td>کلیدLS از نوع ۰ برطبقVDE۰۶۶۰ مقررات برای‌کلید های‌حافظ سیم ها</td><td colspan="3">۳ر۵</td><td rowspan="2">۲ر۵</td><td></td></tr>
<tr><td>۴</td><td>تا۲۵Aو ۴۴۰ولت کلید LS از نوع H برطبق VDE۰۶۴۱</td><td colspan="3">۲ر۵</td><td>بتفاوت‌بین‌فیوزهای ذوب‌شونده و کلید LS توجه شود .</td></tr>
</table>

* در اینجا I_A = ۱ر۲۵ I_E و I_E = شدت‌جریانی‌که‌تنظیم شده‌وبارسیدن‌بآن‌جریان‌اتصال‌کوتاه میشود .

سطح مقطع اسمی سیم‌های حافظ

1	2	3	4	5
سطح مقطع اسمی برحسب mm^2 (میلیمترمربع)				
سیم خارجی	سیم حافظ		سیم حافظ لخت (Cu)	
	سیم های عایق شده جریان قوی	کابل ۱/۶ر۰ کیلووات با ۴ سیم	محافظت شده	محافظت نشده
mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
0,5	0,5	—	—	—
0,75	0,75	—	—	—
1	1	—	—	—
1,5	1,5	1,5	1,5	4
2,5	2,5	2,5	1,5	4
4	4	4	2,5	4
6	6	6	4	4
10	10	10	6	6
16	16	16	10	10
25	16	16	16	16
35	16	16	16	16
50	25	25	25	25
70	35	35	35	35
95	50	50	50	50
120	70	70	50	50
150	70	70	50	50
185	95	95	50	50
240	—	120	50	50
300	—	150	50	30
400	—	185	50	50

۱۰۹۰۱۶ ــ سطح مقطع اسمی برای سیم‌های نول

سطح مقطع اسمی سیم‌های نول از همان جنس سیم‌های خارجی

1	2	3
سیم‌های خارجی	سیم‌های نول	
	سیم‌های چند رشته‌ای داخل لوله	سیم‌های آزاد در هوا و در منازل
mm^2	mm^2	mm^2
1,5	1,5	—
2,5	2,5	—
4	4	4
6	6	6
10	10	10
16	16	16
25	16	25
35	16	35
50	25	50
70	35	50
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

نسبت اجزاء حافظ جریان غیر مجاز به سطح مقطع سیم‌های عایق

سطح‌مقطع اسمی mm^2 (Cu) [1]	گروه ۱ A	گروه ۲ A	گروه ۳ A
0,75	—	10	16
1	10	16	20
1,5	16	20	25
2,5	20	25	35
4	25	35	50
6	35	50	63
10	50	63	80
16	63	80	100
25	80	100	125
35	100	125	160
50	125	160	200
70	160	224	250
95	200	250	300
120	250	300	355
150	—	355	425
185	—	355	425
240	—	425	500
300	—	500	600
400	—	—	710
500	—	—	850

در حرارت‌های محیطی بالاتر از ۲۵ درجه باید جریان اسمی اجزاء حافظ جریان غیرمجاز با استفاده از قضیه درصدی طبق جدول ۱۱ و ۱۲ کاسته شود. برای اینکار باید عدد کوچک‌تر و نزدیک‌تر را برای جریان اسمی انتخاب کرد.

۱) درموقع استفاده ازسیم های آلومینیومی بایدجریان اسمی اجزاء حافظ جریان غیرمجاز را یک عدد کوچکتر انتخاب کرد.

۱۷ ـ علائم استاندارد و سمبول‌ها
دستگاه‌های اتصال (از دین ۴۰۷۱۳)

فرم ۲ فرم ۱

دستگاه اتصال وصل کننده

دستگاه قطع کننده

دستگاه تغییر اتصال

ارتباط موثر برای فاصله خیلی کم

دستگاه محرکه با دست

کلی

فشار دادن

کشیدن

چرخاندن

برگرداندن

دستگاه دیگر مثل دستگاه پائی

دستگاه‌های قفل

دگمه برای فشار دادن

کلید دگمه‌ای وصل کن

کلید چند وضعیتی وصل کن

کلید دگمه‌ای باز کن

کلید چند وضعیتی باز کن

کلید فشار داده شده (وصل کن)

کلید فشار داده شده (باز کن)

علامت برای فشار دادن و انجام دادن بطور کلی

کلید دگمه‌ای، با فشار دادن کار میکند

مثل بالا فشار داده شده

وصل کننده دو قطبی کلید ۱ از ۲ زودتر میبندد

قطع کننده دو قطبی کلید ۱ از ۲ زودتر باز میکند

دستگاه محرکه با نیرو

کلی

بوسیله حرارت

بوسیله فشار

بوسیله پیستون

قفل اتصال بارها کننده مکانیکی

بارها کننده الکترومکانیکی

کلید با قفل سه قطبی با دست

فرم ۲ فرم ۱

رها کننده الکترو، مغناطیسی جریان غیر مجاز

جریان غیر مجاز بطرف پائین

رها کننده جریان غلط

رها کننده ولتاژ اضافی

رها کننده ولتاژ کم

رها کننده ولتاژ غلط

رها کننده الکترو ترمیک برای جریان زیادی

کلید با قفل با رها کننده ترمیک و مغناطیسی

کلید با قفل رها کننده جریان کم

دستگاه محرک برای حفاظت ورله

دستگاه محرک مخصوص

حافظ سه قطبی و یا رله

تاخیر موقع حرکت براست

تاخیر موقع حرکت بچپ

تاخیر برای حرکت به راست و چپ

وصل کننده با تاخیر وصل میکند

وصل کننده با تاخیر باز میکند

باز کننده با تاخیر باز میکند

باز کننده با تاخیر وصل میکند

دستگاه محرکه الکترو مغناطیسی با جذب تاخیری

دستگاه محرکه الکترو مغناطیسی با دفع تاخیری

دستگاه محرکه الکترو مغناطیسی با دفع و جذب تاخیری

دستگاه محرکه الکترو مغناطیسی برای جریان زیاد با تاخیر رها کننده

رها کننده جریان پائین با تاخیر

دستگاه محرکه الکترو مغناطیسی با دو وضعیت کلیدی

سد، موقع حرکت به راست برگشت آن مسدود میشود

کوپلاژ

جدا شده

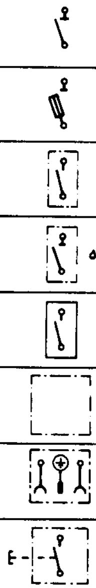
بسته شده

ترمز، کلی

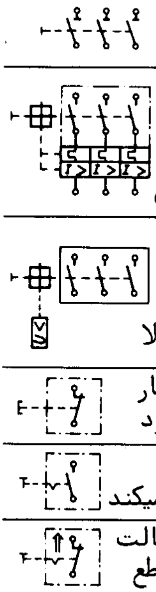
گرفته

رها کرده

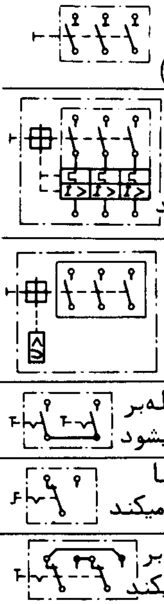
دستگاه‌های اتصال



- کلید جدا کننده
- کلید جدا کننده با فیوز
- کلید بار زیاد
- کلید بار زیاد جدا کننده
- کلید توان زیاد
- جعبه تقسیم
- پریز
- کلید دگمه‌ای فشاری

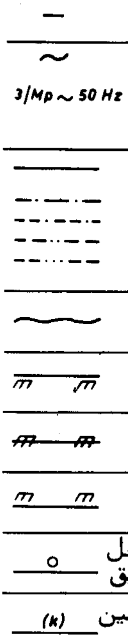


- کلید جدا کننده، سه قطبی
- کلید رها کننده ترمیک و مغناطیسی بار زیاد سه قطبی
- کلید رها کننده ولتاژ زیاد از حد سه قطبی برای توانهای بالا
- قطع کننده با فشار دادن قطع میشود
- قطع کننده با بر گرداندن قطع میکند
- قطع کننده در حالت قطع

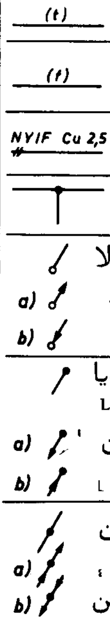


- کلید جدا کننده سه قطبی (با نمایش جعبه)
- کلید رها کننده ترمیک و مغناطیسی سه فاز و توان زیاد
- کلید رها کننده ولتاژ زیاد غیر مجاز سه فاز و توان زیاد
- کلید سری بوسیله بر گرداندن وصل میشود
- کلید تعویض، با چرخاندن عمل میکند
- کلید صلیبی، با بر گرداندن عمل میکند

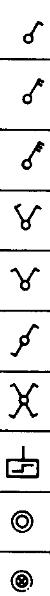
علائم اتصال نقشه نصب (از دین ۴۰۷۱۷)



- جریان مستقیم
- جریان متناوب
- جریان سه فاز با کابل Mp
- سیم جریان قوی
- سیم حافظ
- سیم سیگنال
- سیم تلفن
- سیم رادیو
- سیم متحرک
- سیم روی کار
- سیم داخل کار
- سیم زیر کار
- سیم عایق شده داخل لوله عایق
- کابل برای داخل زمین وهوای آزاد



- سیم عایق برای فضای خشک
- سیم عایق برای فضای مرطوب
- سیم NYIF با ذو رشته مسی مثلا $2{,}5\ mm^2$
- انشعاب سیم
- سیم از بالا یا به طرف بالا
  - a) انرژی بطرف بالا
  - b) انرژی از بالا
- سیم بطرف پائین رفته یا از آنجا آمده
  - a) انرژی بطرف پائین
  - b) انرژی از پائین
- سیم بطرف بالا و پائین
  - a) انرژی بطرف بالا
  - b) انرژی بطرف پائین



- کلید قطع کننده (یک قطبی)
- کلید قطع کننده (۲ قطبی)
- کلید قطع کننده (سه قطبی)
- کلید اتصال گروهی
- کلید اتصال سری
- کلید تعویضی
- کلید صلیبی
- کلید جهش جریان
- کلید فشاری
- کلید بالامپ

دستگاه‌های اتصال

- پریز ساده
- پریز دوبل
- پریز چندتائی (انجاسه)
- پریز حفاظت شده ساده
- پریز حفاظت شده دوبل
- پریز حفاظت شده سه‌فاز
- پریز با کلید
- پریز با کلید دوچفت
- پریز تقسیم
- لامپ ، بطورکلی
- لامپ چندتائی ۵×۶۰ وات
- لامپ با کلید
- لامپ اضطراری
- لامپ چندتائی با دوسیم جدا
- لامپ تخلیه بطورکلی ،
- لامپ تخلیه با تعین تعداد آنها
- دستگاه اتصال قبلی
- دستگاه اتصال اصلی (بطورکلی)
- استارت
- اجاق برقی

- یخچال
- آب‌گرمکن
- ماشین لباسشوئی
- بخاری برقی
- موتور (بطورکلی)
- دوشاخه (بطورکلی)
- دوشاخه محافظت شده :
- بدنه دستگاه‌ها
- تابلوی تقسیم منزل
- تقسیم
- زمین (بطورکلی)
- محل اتصال برای سیم حفاظت
- اتصال بدنه
- باطری ، اکومولاتور
- ترانسفورماتور مثلا ۶/۲۲۰ ولت
- مبدل جریان متناوب به
- a) فیوز (بطورکلی)
- b) فیوز با تعین جریان
- فیوز سه قطبی بدلخواه
- کلید حفاظتی ولتاژ غیر مجاز
- کلید حفاظتی ولتاژ اشتباه
- کلید حفاظتی جریان اشتباه

- بدلخواه
- کلید حافظ شدت جریان
- کلید حافظ شدت با تعین جریان
- کلید حفاظتی بارها کننده ترمیک
- کلید خوکار نصب
- کنتور کیلووات ساعت
- آمپرمتر (بطورکلی)
- ولت متر
- رله‌زمانی
- زنگ برقی
- زنگ برقی با ضربات تکی
- زنگ برقی با ضربات طولانی
- زنگ برقی جریان متناوب
- زنگ با سیستم بلندگو
- بوق
- لامپ علامت یا سیگنال
- دربازکن

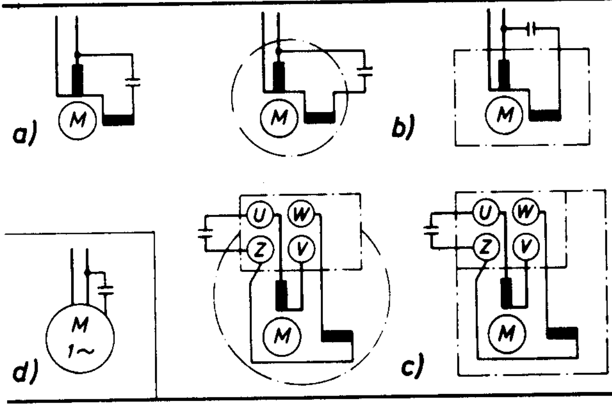
استخراج از دین ۴۰۷۱۷

- میکروفون
- گوشی
- بلندگو

۱. اجزاء تشکیل دهنده

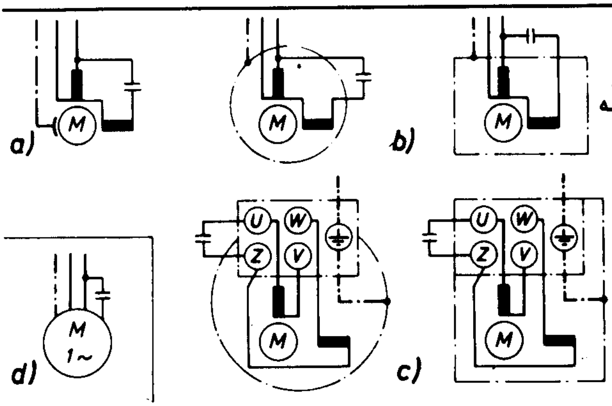
نامگذاری			نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری	نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
ژنراتور و موتور جریان مستقیم	M	G	رتور با پیچش سرسیم های تغییر جهت جریان و سر سیم های ثابت			پیچشهای استاتور: علامت اختصاری و خود استاتور		
موتور و ژنراتور جریان متناوب یک فاز	M 1~	G 1~	رتور با پیچش سرسیم های تغییر جهت جریان و قابل تنظیم			پیچشهای رتور: علامت اختصاری و خود رتور		
موتور و ژنراتور جریان سه فاز	M 3~	G 3~	رتور با حلقه سایشی یا اتصال کوتاه دهنده و بردارنده سرسیم ها			رتور با دو پیچش مجزا		

۲. نمایش بدنه ماشین‌ها و سرسیم‌های اتصال (VDE)



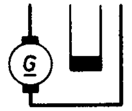
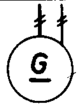
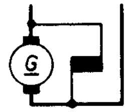
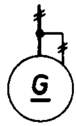
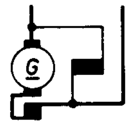
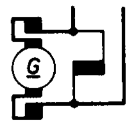
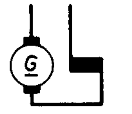
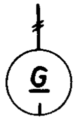
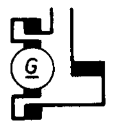
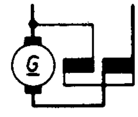
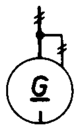
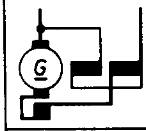
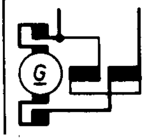
موتور یک فاز با رتور قفسه‌ای.
پیچشهای اصلی و استارت در استاتور با خازن.
a) بدون نشان دادن سرسیم ها و بدنه
b) با نشان دادن سرسیم ها و بدنه
c) نمایش با سیر سیم ها و تخته آنها
d) شکل اختصاری اتصال

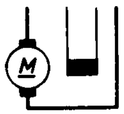
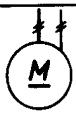
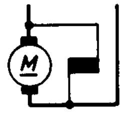
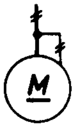
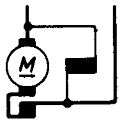
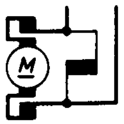
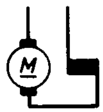
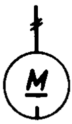
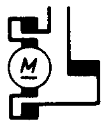
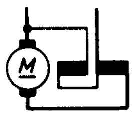
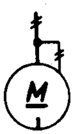
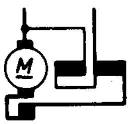
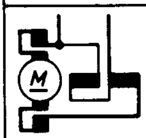
۳ ـ نمایش اتصال سیم حفاظتی



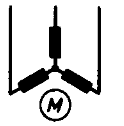
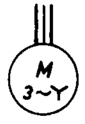
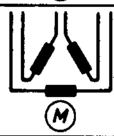
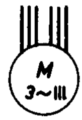
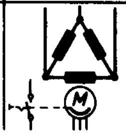
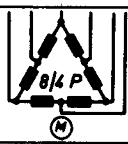
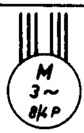
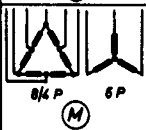
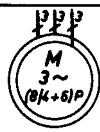
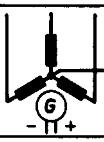
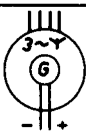
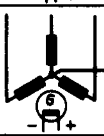
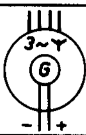
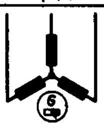
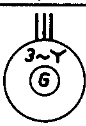
اتصال سیم حفاظتی روی یک موتور یک فاز
a) اتصال سیم حفاظتی بدون نمایش بدنه
b) اتصال سیم حفاظتی بدون نمایش تخته سرسیم ها
c) اتصال سیم حفاظتی با نمایش تخته و سرسیم ها
d) اتصال سیم حفاظتی با مدار خلاصه

ماشین‌های جریان مستقیم (از دین ۴۰۷۱۵)

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
ژنراتور ، تحریک از خارج		
ژنراتور پیچش شنت		
ژنراتور شنت ، پیچش برگشت قطب ها از یک طرف به رتور وصل شده		
ژنراتور شنت ، پیچش برگشت قطب ها نسبت به رتور قرینه تقسیم شده		
ژنراتور با پیچش سری		
ژنراتور پیچش سری ، پیچش برگشت قطب ها قرینه نسبت به رتور تقسیم شده		
ژنراتور پیچش دوبل		
ژنراتور دوبل ، پیچش برگشت قطب ها از یک طرف به رتور متصل است		
ژنراتور پیچش دوبل ، پیچش برگشت قطب ها قرینه نسبت به رتور تقسیم شده		

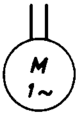
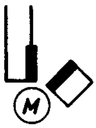
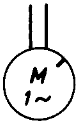
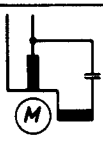
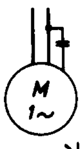
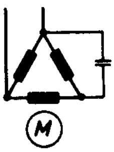
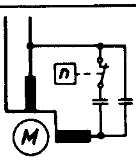
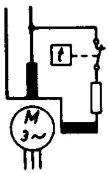
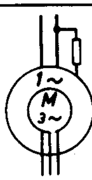
نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
موتور ، تحریک از خارج		
موتور شنت		
موتور شنت ، پیچش برگشت قطب ها از یک طرف به رتور متصل شده		
موتور شنت ، پیچش برگشت قطب ها قرینه نسبت به رتور تقسیم شده		
موتور پیچش سری		
موتور پیچش سری ، پیچش برگشت قطب ها قرینه نسبت به رتور تقسیم شده		
موتور پیچش دوبل		
موتور پیچش دوبل ، پیچش برگشت قطب ها از یک طرف به رتور متصل است		
موتور پیچش دوبل ، پیچش برگشت قطب ها قرینه نسبت به رتور تقسیم شده		

ماشین‌های جریان متناوب و سه فاز (از دین ۴۰۷۱۵)

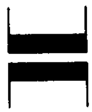
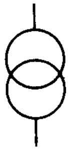
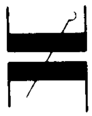
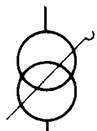
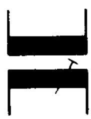
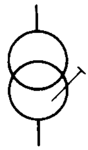
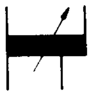
نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
موتور با رتور قفسه‌ای، اتصال ستاره‌ای		
موتور با رتور قفسه‌ای، اتصال مثلثی		
موتور با رتور قفسه‌ای، تمام انتهای پیچش‌ها بخارج هدایت شده‌اند		
موتور با حلقه سایشی رتور سه شاخه، اتصال کوتاه‌دهنده سر سیم ها، با کلید کمکی و دست		
موتور با رتور قفسه‌ای و تعویض قطب‌ها بر حسب دالاندر (مثلاً از ۴ قطب به ۸)		
موتور با رتور قفسه‌ای و دو پیچش مجزا ۴، ۸ و ۶ قطبی‌ها		
ژنراتور سینکرون، پیچش‌های استاتور ستاره‌ای، رتور غلطکی		
ژنراتور سینکرون با پیچش‌های استارت ستاره‌ای (ماشین با قطب‌های داخلی)		
ژنراتور سینکرون با مغناطیس محرکه طبیعی		

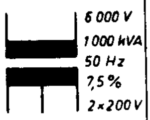
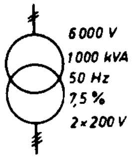
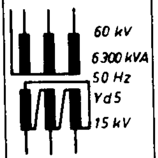
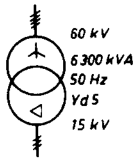
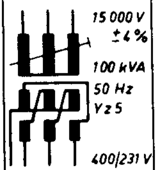
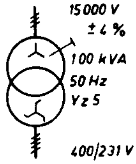
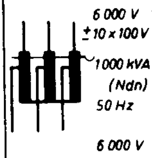
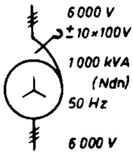
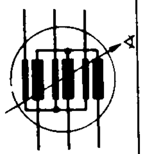
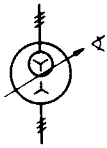
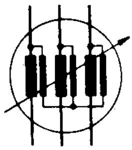
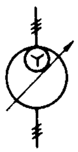
نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
موتور سینکرون، پیچش‌های استاتور مثلثی رتور با قفسه استارت		

ماشین‌های جریان متناوب (ماشین‌های القائی یک فاز)

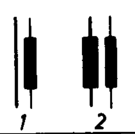
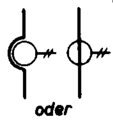
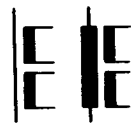
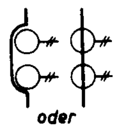
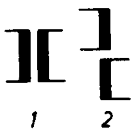
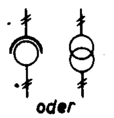
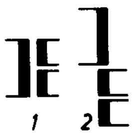
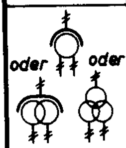
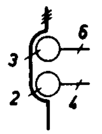
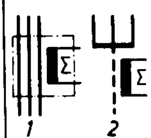
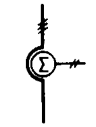
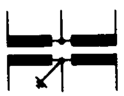
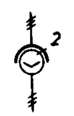
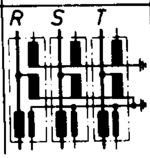
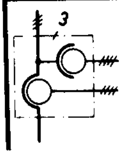
نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
موتور با رتور قفسه‌ای بدون بوبین کمکی و استارت، خود، بخود استارت نمیکند		
موتور با رتور قفسه‌ای و پیچش‌های شنت با کوپلاژ القائی برای استارت در استاتور - استارت خود بخود		
موتور با رتور قفسه‌ای و پیچش‌های استارت روی استاتور با خازن اتصال دائمی		 علامت اختصاری برای تمام ماشینهای یک فاز و خازن اتصال دائمی
موتور سه فاز با رتور قفسه‌ای و اتصال مثلثی پیچش های استاتور، با خازن تک فاز اتصال شده		
موتور با رتور قفسه‌ای و پیچش‌های استارت در استاتور با خازن های اتصال دائمی و استارت.		
موتور با رتور حلقه سایشی سه شاخه و پیچش‌های استارت روی استاتور و مقاومت اهمی. پیچش‌های استارت با یک کلید زمان سنج قطع میشوند.		

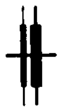
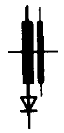
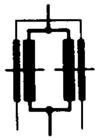
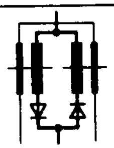
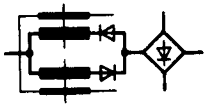
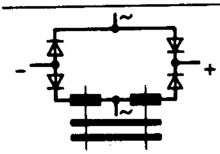
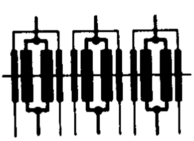
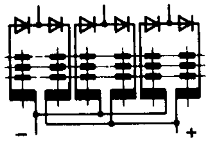
ترانسفورماتورها (از دین ۴۰۷۱۴)

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
بوبین محدودکننده		
ترانسفورماتور با پیچش مجزا		
ترانسفورماتور صرفه‌ای		
ترانسفورماتور قابل تنظیم پله‌ای		
ترانسفورماتور قابل تنظیم ، بوبین‌های قابل تنظیم مشخص شده‌اند .		
ترانسفورماتور صرفه‌ای یک نواخت قابل تنظیم		

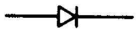
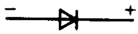
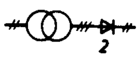
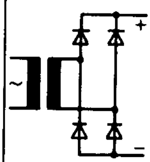
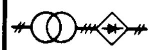
نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
ترانسفورماتور یک‌فاز با سیم میانی ۲۰۰× ۶۰۰۰/۲ ولت ۱۰۰۰ کیلوولت ۵۰ هرتز ۵ر۷% ولتاژ اتصال کوتاه		
ترانسفورماتور سه‌فاز مدار Yd5 با ۶۰/۱۵ کیلوولت سرسیم نقطه‌ستاره‌ای ۵۰ هرتز و ۶۳۰۰ کیلوولت آمپر		
ترانسفورماتور سه‌فاز مدار Yd5 ، پیچش ولتاژ بالائی قابل تنظیم 15 000 ± 4%/400/ 231 V 100 kVA, 50 Hz		
ترانسفورماتور سه‌فاز صرفه‌ای درمدار Y قابل تنظیم پله‌ای 6 000 ± 10 × 100/ 6 000 V; 1 000 kVA توان هدایت شده ۵۰ هرتز		
ترانسفورماتور سه‌فاز با پیچش‌های مجزا درمدار ستاره‌ای		
ترانسفورماتور سه‌فاز با پیچش‌های صرفه‌ای مدار ستاره‌ای		

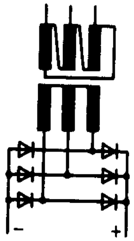
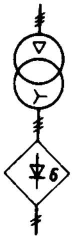
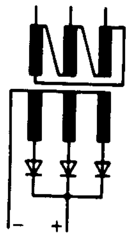
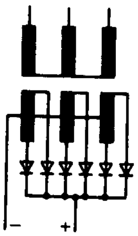
مبدل‌های اندازه‌گیری و ترانسدوکتورها (از دین ۴۰۷۱۴)

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
مبدل شدت جریان : ۱ . بطورکلی ۲ . بانمایش پیچش اولیه در صورت لزوم		
مبدل شدت جریان با دو هسته		
مبدل ولتاژ ۱ . بطورکلی ۲ . بدلخواه		
مبدل ولتاژ با دو پیچش ثانویه ۱ . بطورکلی ۲ . بدلخواه		
۳ . مبدل جریان در یک سیم سه‌فاز نصب شده ، دو عدد با دو و یک عدد با یک هسته		
مبدل جریان اشتباه ۱ . برای سه سیم ۲ . برای سیم جریان سه فاز		
۲ مبدل ولتاژ در مدار ۷۰		
۳ مبدل یک فاز ترکیب شده برای اتصال به برق سه فاز		

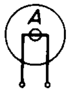
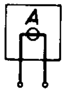
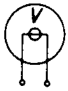
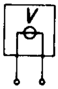
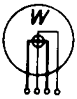
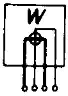
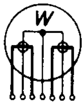
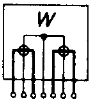
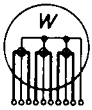
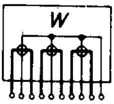
نامگذاری	علامت اختصاری
ترانسدوکتور محدودکننده خودش بوسیله "فلو" هدایت و خروجیش شدت جریان هدایت کننده است	
مثل بالا برای خروجی جریان متناوب	
ترانسدوکتور محدودکننده خودش بوسیله "فلو" هدایت میشود و خروجیش ولتاژ هدایت کننده است	
مثل بالا برای خروجی جریان متناوب	
ترانسدوکتور ، خودش بوسیله "شار" هدایت و خروجیش ولتاژ هدایت کننده برای جریان مستقیم یکسوکننده های مجزا	
مثل بالا منتها با مدار پل	
ترانسدوکتور ، بوسیله شار هدایت میشود . هدایت کننده جریان برای خروجی سه‌فاز با یک مدار فرمان	
ترانسدوکتور ، بوسیله شار هدایت میشود . هدایت کننده ولتاژ برای خروجی جریان مستقیم ، مدار سه فاز پل با یک مدار فرمان	

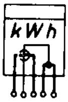
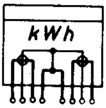
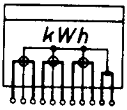
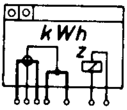
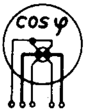
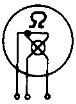
یکسو کننده‌ها (از دین ۴۰۷۰۶)

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
یکسوکننده ، شیرالکتریکی، بطورکلی		
یک سوکننده عناصرنمیه هادی		
یکسوکننده عناصرنیمه هادی مدار اتصال نقطه‌میانی		
یک سوکننده عناصرنیمه هادی مدارپل		

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
یکسوکننده عناصرنیمه هادی‌سه‌فاز مدارپل		
یکسوکننده عناصرنیمه هادی‌سه‌فاز مدارا‌تصال نقطه‌میانی		
یکسوکننده عناصرنیمه هادی‌شش‌فاز مدارا‌تصال نقطه میانی		

دستگاه‌های اندازه‌گیری (از دین ۴۰۷۱۶)

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
آمپرمتر		A (در دایره)
ضبط شدت جریان		A (در مربع)
ولتمتر		V (در دایره)
ضبط ولتاژ		V (در مربع)
دستگاه اندازه گیری توان با یک سیستم اندازه‌گیری		W (در دایره)
دستگاه ضبط توان با یک سیستم اندازه‌گیری		W (در مربع)
دستگاه اندازه گیری توان با دو سیستم اندازه گیری		W (در دایره)
ضبط توان با دو سیستم اندازه‌گیری		W (در مربع)
دستگاه اندازه گیری توان با سه سیستم اندازه‌گیری		W (در دایره)
دستگاه ضبط توان با سه سیستم اندازه‌گیری		W (در مربع)

نامگذاری	علامت اتصال	علامت اختصاری
کنتوریک‌فاز		kWh ~
کنتور سه‌فاز با سه‌سیم		kWh 3~
کنتور سه‌فاز با چهار سیم		kWh 3/Mp~
کنتور جریان متناوب یک‌فاز با دو نوع تعرفه		kWh ~
نسبت سنج الکترو دینامیکی مثلا برای اندازه گیری فاکتور توان		cos φ
نسبت سنج بوبین گردان ، مثلا برای اندازه گیری مقاومت		Ω